

**Verktyg och metoder för kontroll av
dubbskadedjup på timmerstockar
- metodutveckling**

*Tools and methods for control of depth from spike damages on timberlogs
– Methodology development*



Foto: Mattias Söderholm

Mattias Söderholm



Examensarbeten

2013:9

Institutionen för skogens ekologi och skötsel

Verktyg och metoder för kontroll av dubbskadedjup på timmerstockar - metodutveckling

*Tools and methods for control of depth from spike damages on timberlogs
– Methodology development*

Mattias Söderholm

Nyckelord / *Keywords:*

Avverkningsskador, drivhjul, dubbform, dubbskadedjup, dubbskador, dubbtyp, matarhjul, matarvalsar, mätmetod, mätstift, mätverktyg, stiftklassning, stiftmetod, yx-metod / *Feed rolls, feed rollers, feed wheel, harvester damages, harvester head, single grip harvester, spike damages, timber damages.*

ISSN 1654-1898

Umeå 2013

Sveriges Lantbruksuniversitet / *Swedish University of Agricultural Sciences*

Fakulteten för skogsvetenskap / *Faculty of Forest Sciences*

Skogsvetarprogrammet / *Master Programme in Forestry*

Examensarbete i skogshushållning / *Master degree thesis in Forest Management*

EX0304, 30 hp, avancerad nivå D/ *advanced level D*

Handledare / *Supervisor:* Erik Walfridsson

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

Biträdande handledare / *Assistant supervisor:* Iwan Wästerlund

SLU, Inst för skoglig resurshushållning / *SLU, Dept of Forest Resource Management*

Examinator / *Examiner:* Göran Hallsby

SLU, Inst för skogens ekologi och skötsel / *SLU, Dept of Forest Ecology and Management*

I denna rapport redovisas ett examensarbete utfört vid Institutionen för skogens ekologi och skötsel, Skogsvetenskapliga fakulteten, SLU. Arbetet har handletts och granskats av handledaren, och godkänts av examinator. För rapportens slutliga innehåll är dock författaren ensam ansvarig.

This report presents an MSc/BSc thesis at the Department of Forest Ecology and Management, Faculty of Forest Sciences, SLU. The work has been supervised and reviewed by the supervisor, and been approved by the examiner. However, the author is the sole responsible for the content.

Förord

Denna rapport är resultatet av ett 30 poängs examensarbete på D-nivå vid institutionen för skogens ekologi och skötsel vid SLU i Umeå.

Jag vill tacka Sågab som gav förslag till detta examensarbete samt Rundviks såg (SCA) vilka alla välvilligt tillhandahållit timmer till detta projekt. Vidare tackar jag VMF Nord för deras värdefulla bidrag till insamling av mätdata samt tillhandahållande av både arbetsplatser och nödvändiga verktyg under det praktiska fältarbetet.

Jag tackar min handledare Erik Walfridsson för trevliga handledningsträffar och för värdefull granskning av mitt arbete, professor Iwan Wästerlund (institutionen för skoglig resurshushållning) för tekniska bedömningar, inspiration och uppmuntran under arbetets gång och Hans Weslien (Utvecklings- och kvalitetsansvarig på VMF-Nord) för sin insats som sakkunnig kontaktperson samt statistiker Sören Holm (institutionen för skoglig resurshushållning) för hjälp med bearbetning av insamlat mätdata.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
Summary	3
1 Inledning.....	4
1.1 Bakgrund.....	5
1.1.1 Nuvarande rekommendationer för mätning och kontroll av dubbskadedjup på sågtimmer	6
1.1.2 Metoder och verktyg vid tidigare dubbskadestudier	6
1.1.3 Faktorer som påverkar dubbskadedjupen.....	9
1.2 Syfte och Mål.....	12
2 Material och metoder	13
2.1 Utvärdering av mätmetoder och mätverktyg	13
2.2 Beskrivning av timret som ingått i denna studie.....	14
2.3 Bark- och dubbskadeobservationer	14
2.4 Statistisk bearbetning	16
3 Resultat.....	18
3.1 Lämpliga användningsområden för olika mätmetoder och mätverktyg	18
3.2 Sammanställning av kartlagda observationer från denna studie.....	19
3.3 Bearbetat data	21
4 Diskussion	27
4.1 Metoder och mätverktyg	27
4.2 Indikatorer på djupare dubbskador från litteraturstudien	28
4.3 Analys av kartlagda dubbskadedjup under detta examensarbete.....	29
4.4 Slirskador och kvistningshinder.....	30
4.5 Osäkerhetsfaktorer	31
5 Slutsatser	32
6 Förslag.....	33
7 Referenser.....	34
Bilagor	36

Sammanfattning

Detta arbete behandlar mätteknik vid kontroll av dubbskadedjup på sågtimmer. Mätmetoder och mätverktyg har sammanställts och bedömts som lämpliga för olika mätsyften. Data rörande skadedjup från olika dubbtyper har sammanställts ifrån tidigare publicerade studier. Resultat från en egen kartläggning av dubbskadedjup på gran- och talltimmerstockar styrker en allmänt rådande uppfattning: Att de djupaste dubbskadorna uppstår närmast centrum av matarhjulens anliggningsyta mot timret om matarhjulen inte konstruerats med hänsyn till att utjämna matningskraften runt en så stor andel av stockens yta som möjligt. Eftersom heltäckande mätning av dubbskadedjup är tidsödande finns behov av att rationalisera mätproceduren. Kontroll av de mittersta dubbskaderaderna från varje matarhjul bedöms som tillräckligt. Ytterligare ett resultat från detta arbete tyder på att de djupaste dubbskadorna inte varit lika vanligt förekommande överst på timret som 50 till 100 cm nedanför de undersökta timmerstockarnas toppändar, detta är dock inte statistiskt säkerställt.

För det praktiska utförandet av skademätningar rekommenderas att dubbskadedjupen främst skall kontrolleras längs matarhjulens mittenavtryck. Enligt VMR 1-07 skall dubbskador inom stockarnas översta meter kontrolleras och denna studie indikerar att dessa kontroller måste ske längs hela detta område för att minska risken för systematiska underskattningar av dubbskadedjupen. Eftersom både grunda och djupa dubbskador ofta ser identiska ut på timret, aktualiserar detta arbete behovet av kunskap om vilka faktorer som påverkar var de djupaste dubbskadorna uppkommer längs timret, så att tidsåtgången för mätning av dubbskadedjup kan minimeras genom att rikta kontrollerna till de områden på stockarna där de djupaste dubbskadorna mest sannolikt uppstått.

Nyckelord: Avverkningsskador, drivhjul, dubbform, dubbskadedjup, dubbskador, dubbtyp, matarhjul, matarvalsar, mätmetod, mätstift, mätverktyg, stiftklassning, stiftmetod, yx-metod.

Summary

In this work measurement techniques of follow up of spike damages depth on saw timber caused by feed wheel on forest cutting machines harvester heads is discussed. Measurement methods and tools used in earlier studies for measurement of spike damages depth have been compared and evaluated. Depth of spike damages from different types of feed wheels and spikes have been summarized. Mapping of the present experimental results of spike damages on Norwegian spruce (*Picea abies*) and Pine (*Pinus sylvestris*) confirms an earlier assumption that the deepest spikes damages are most common closest to the centre of the feed wheels contact surface to the logs. Since measurement of spike damages is time consuming the present work suggests a reasonable possibility to rationalize measurement by limiting the observations to the centre rows of the spike damages from each feed wheel. Secondary this work shows that the deepest spike damages may not be as usual at the top of the logs as 50 to 100 cm along the logs. This is however not statistically confirmed.

The results in this work show that the spike damages from the feed wheels centre rows on the timber logs should be measured and that at least the same number of spike damages should be measured 50 to 100 cm along the timber logs as at the top 50 cm of the logs. The results further points to the need of more knowledge about causing factors of the spike damages, when measuring according to VMR 1-07 top 100 cm is particularly important.

Keywords: Feed rollers, feed rolls, feed wheel, harvester damages, harvester head, single grip harvester, spike damages, timber damages.

1 Inledning

Dubbskadat timmer har varit ett kostsamt problem för skogsindustrin sedan avverkningsarbetena mekaniserades och träden började kvistas med avverkningsmaskiner. Skadorna beror på att avverkningsmaskinerna utrustats med dubbförsedda matarhjul som används för att driva träden genom någon form av kvistningsanordning när stammarna skall upparbetas till timmerstockar. Dubbarna fyller då en väsentlig funktion genom att öka matarhjulens friktion och kontaktyta mot trädstammarna, vilket underlättar och effektiviserar det maskinella avverkningsarbetet. När dubbarna tränger igenom barken och pressas mot timrets yta uppstår små hål eller gropar i veden. Dessa hål kan därunder följas av sprickbildning och i vissa fall ytterligare upp till 4 mm komprimerad ved (Ilstedt 1977). Dubbskadorna uppstår längs timmerstockarnas fulla längd, från respektive stocks topp till rotände och Hasselborg (2006) har under ett examensarbete vid ett norrländskt sågverk observerat genomslag av dubbskador upp till 151 cm nedanför toppändarna på det sågade utbytet.

När dubbskadeproblematiken uppstod befarade många att skadorna också skulle påskynda missfärgning av blånadssvampar djupare ner i veden på timmerstockarna (Grönlund & Wiklund 1974). STFI (Svenska träforskningsinstitutet) undersökte därför detta under en stor virkesvärdesutredning och påvisade då att maskinellt kvistat timmer drabbades av signifikant mycket större värdeförluster som följd av blånadsskador jämfört med manuellt kvistat virke. Resultaten visade också att blånadsskadorna kunde förvärra värdeförlusterna avsevärt jämfört med vad enbart dubbskadorna orsakade (Grönlund & Wiklund 1974; Grönlund 1975a; Jakobsson 1976b). Vidare framgick av genomförda försök att blånadssvamparnas etablering främst gynnades på ytveden runt dubbskadorna, därefter på virkesytor under skadad bark samt i tredje hand närmast kvarsittande bark i områden runt blottad ved på timmerstockarna (Jakobsson 1976b). Omvänt verkar det också vara svårare för blånadssvamparna att etableras där barken förblivit intakt fäst mot timmerstockarna, även på maskinellt upparbetat timmer under förutsättning att barken inte påverkats av avverkningsmaskinernas matarhjul eller kvistknivar (Helgesson & Lycken 1988; Jakobsson 1976b). Dessa resultat gäller både för timmer som upparbetats med dubbförsedda metallhjul och kedjeutrustade gummivalisar (Helgesson & Lycken 1988). Eftersom maskinell upparbetning av timmer bidrar till att blånadssvampar etableras på virket rekommenderas korta ledtider (ca. tre veckor) mellan avverkning och transport till sågverkens timmerterminaler, så att blånadsangreppen kan bekämpas genom bevattning av timmervältorna under den känsligaste perioden från maj till oktober, då blånadssvamparnas tillväxtförutsättningar annars är mest gynnsamma (Grönlund 1975a; Jakobsson 1976b; Helgesson & Lycken 1988).

I ovan nämnda virkesvärdesutredning genomfördes också ett antal teoretiska simuleringar plus praktiska provsågningar för att beräkna hur stora förluster olika dubbskadedjup på timret medförde (Wiklund & Grönlund 1973a b; Grönlund 1975b; Ilstedt 1977). I tabell 1 har jämförbara resultat sammanställts, gällande förluster vid olika studier av sågat virke med kända dubbskadedjup, exklusive komprimerad ved under dubbhålen på timmerstockarna. Procentsiffrorna redovisar exempel på utbytes- och värdeförluster eftersom vilka produkter som sågats fram ur varje timmerstock är beroende av respektive stocks toppdiameter samt att stockarna postats olika (sågats med olika sönderdelningsmönster) i de refererade studierna.

Tabell 1. Sammanställning av jämförbara resultat gällande värdeförluster från studier på sågat virke med kända dubbskadedjup exklusive sprickor och komprimerad ved under skadorna på timret (råvaran). Med hjälp av uppgifterna i de grå rutorna kan man bilda sig en egen uppfattning om möjliga förlustnivåer för de djupaste dubbskadorna som observerats i detta examensarbete.

Trädslag	Toppdiameter		Dubbskadedjup		Värdeförlust		Källa (Referens)
	Intervall (cm)	Medel (cm)	Medel (mm)	Max (mm)	sågad vara	råvara	
Gran	16,5 – 25,4		10,3	14,0	2 – 5 %		Grönlund & Wiklund 1973a
Gran	15,0 – 24,5		7 – 8		0,2 – 0,6%	1,2%*	Grönlund 1975
Gran		19,5	9,1			6,9%	Ilstedt 1977; Magnusson 1978
Gran		18,5	13,6			12,7%	Ilstedt 1977; Magnusson 1978
Gran & Tall	12 – 34		3,7	8 – 10	4%**		Sveningsson 2011
Massaved						1,4%***	Magnusson 1975
Tall	13 – 29	19		10			Detta arbete
Gran	14 – 24	19		13			

Källor: Grönlund & Wiklund 1973a,b Grönlund 1975b; Magnusson 1977; Ilstedt 1977; Sveningsson 2011.

* Siffran 1,2 % värdeförlust jämfört med råvarupris är en förenklad skattning.

** Medelvärdet för dubbskadedjupen gällande både fruset och ofruset virke tillsammans.

Värdeförlusten på Alvestakubb har bearbetats fram med hjälp av uppgifter för värdeminskning i kronor per m³ub dividerat med priset för m³sv (sågad vara) av oskadad kvalitet.

*** I den refererade studien uppmättes endast fiberförluster efter dubbar med formen av parallelltrapetser.

Resultat från teoretiska sågsimuleringar som genomförts av Magnusson (1978a b), Helgesson & Hägglund (1987) och ett projekt under ledning av Kristiansen (Anon. 2006) visar att dubbskadorna orsakar större värdeförluster på klentimmer jämfört med på grövre timmer som drabbats av samma dubbskadedjup. Nämnade studier visar också att både utbytesförluster på timmer (mätt i kr/m³to) och värdeförluster på sågade produkter (mätt i procent) har en tendens att öka exponentiellt som funktion av dubbskadedjupen.

Mätning och kontroll av dubbskadedjup har visat sig komplicerat på grund av en rad olika orsaker. Exempel på besvärande omständigheter vid klassning och mätning av dubbskadedjup är att dubbskadornas botten ofta inte är synlig, vilket i kombination med virkets varierande materialegenskaper bidrar till risker för så väl under- som överskattade mätresultat vid användning av stiftbaserade mätverktyg som trycks ner i skadorna. Dessutom förekommer dubbskadorna i så stor mängd på timret att det inte finns någon rationell metod för att mäta samtliga skadedjup på stockarna. Mot bakgrund av detta är utveckling av användarvänliga och tillförlitliga mätverktyg samt snabba metoder gällande kontroll av dubbskadedjup av central betydelse för att kunna utvärdera aktuella dubbskadedjup på ett kostnadseffektivt sätt. Mest önskvärt är att mätning och kontroll av dubbskadedjup skall kunna utföras direkt på timmerstockarna, utan att en eller flera dubbskador skall behöva avlägsnas från virkesytan. Därför har dubbskadedjupen på ett antal timmerstockars översta meter kartlagts i detta arbete, detta för att studera om det finns möjlighet att precisera vilka dubbskador som är viktigast att mäta och kontrollera inom det studerade observationsområdet.

1.1 Bakgrund

Trots att det vid kontroll av dubbskadedjup är den djupaste dubbskadan i ett helt timmerparti som avgör om detta skall klassas som avverkningsskadat eller ej, preciserar nuvarande rekommendationer inte på vilken typ av timmerstockar och var på dessa den eller de djupaste dubbskadorna mest sannolikt påträffas. Mot bakgrund av detta har framför allt studier av orsaker till olika dubbskadedjup refererats i detta arbete, så att kunskap om bakomliggande orsaker till djupare dubbskador skall kunna användas för att identifiera de djupaste

dubbskadorna på timret, samt minska riskerna för felaktiga klassningar av acceptabla eller oacceptabla dubbskadedjup. Speciellt fokus har också riktats på att sammanställa tidigare använda mätverktyg och mätmetoder för att utvärdera vilka av dessa som är mest lämpade att användas vid kontroll av dubbskadedjup.

1.1.1 Nuvarande rekommendationer för mätning och kontroll av dubbskadedjup på sågtimmer

VMR (Virkesmätning och Redovisning som tidigare hette Virkesmätningsrådet) är en organisation som upprättar instruktioner för virkesmätning. Främsta syftet med deras rekommendationer gällande kontroll av dubbskadedjup är att påverka utvecklingen av avverkningsmaskiner så att utrustningen hanterar timret så skonsamt som möjligt. Organisationen rekommenderar yx-metoden för mätning av dubbskadedjup, men godtar även stiftmätning under förutsättning att dubbskadorna är tillräckligt öppna samt att stiftet är 1 mm i diameter (Anon 2010). Mätstiften skall också vara utformade med en platt spets (Anon 2000). Vid osäkerhet skall dock yx-metoden gälla som facit. (Anon 2010).

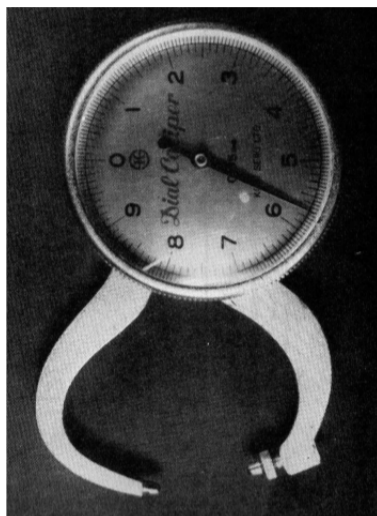
Vidare skall dubbskadorna mätas inom en meter från timmerstockarnas toppände. En stock klassas som avverkningssskadad när ett påträffat dubbskadedjup överstiger 6 mm, klassbottenmätt, vilket innebär att dubbskadedjup upp till 6,99 mm betraktas som oskadad ved. Skadedjupet räknas från stockarnas mantelyta under bark ned till gränsen där den brustna veden upphör och övergår i en sprickbildning. Klassade dubbskadedjup gäller för hela rundvirkespartier, därför skall antalet skadade timmerstockar överstiga 5% av det levererade stockantalet, annars betraktas timret som ej dubbskadat. 5%-gränsen anses överskriden när en utav 3-5 slumpmässigt kontrollerade timmerstockar klassats som dubbskadad i ett virkesparti motsvarande lasten på en timmerbil med tungt släp och tillsammans tre timmertravar. Dessa dubbskadekontroller kan även genomföras slumpmässigt vid stockvis mätning av lossat timmer. Skador på timret orsakade av skördaraggregatens mätutrustning ingår också i nämnda regelverk och kontrolleras på samma sätt som dubbskadorna från matarhjul. (Anon 2010).

1.1.2 Metoder och verktyg vid tidigare dubbskadestudier

Utifrån publicerade studier som innehåller mätningar av dubbskadedjup har ett antal använda mätverktyg och två principiella mätmetoder identifierats. Den vanligaste mätmetoden som Virkesmätningsrådet (VMR) kallar för yx-metoden innebär att dubbskadade vedstycken avlägsnats från timret och att skadorna därefter klyvts på mitten, så att skadedjupen kunnat mätas längs ett tvärsnitt av dubbskadorna (Ilstedt 1977; Helgesson & Leithe-Eriksen 1987; Brunberg et al. 2006; Sveningsson 2011). Vid den andra mätmetoden har dubbskadedjupen undersökts genom att olika former av mätstift tryckts ner i dubbhålen på timret (Wiklund & Grönlund 1973a; Jakobsson 1976a; Jonasson 2002; Dahl 2006; Nuutinen et al. 2010). Observationsområdet som dubbskadedjupen studerats inom på timret har oftast koncentrerats till stockarnas översta 20, och som mest upp till 50 cm från toppändarna. Utöver nämnda studier har dubbskadedjupen också mätts i anslutning till slirskador (Hallonborg et al. 2003; Hallonborg et al. 2004) och i en finsk dubbskadestudie fördelats mellan timmerstockarnas rotände, stockmitt och toppände (Nuutinen et al. 2010).

Mätning av dubbskadedjup med yx-metoden har genomförts med vanliga skjutmått eller med ett specialverktyg, se figur 1. Dubbskadestudierna som genomförts av STFI, (senare omdöpt till TräteknikCentrum, Träteknik och som numera heter SP Trä) har huvudsakligen redovisats inklusive komprimerad ved. Dubbskadestudier som genomförts av Skogsarbeten och Skogforsk har tillämpat rekommendationerna från VMR och redovisat dubbskadedjupen exklusive komprimerad ved. Gemensamt för dubbskadestudier som genomförts med

stiftbaserade mätmetoder är att dessa främst avsett dubbskadedjup exklusive komprimerad ved. De mätmetoder och mätverktyg som påträffats i litteraturen under detta arbete beskrivs utförligare nedan.

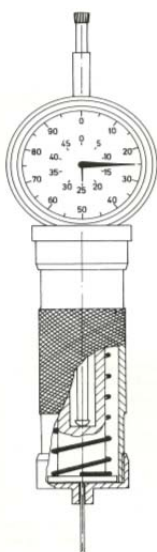


Figur 1. Specialverktyg.
Bild från Magnusson 1978a, med tillstånd från SP Trä.

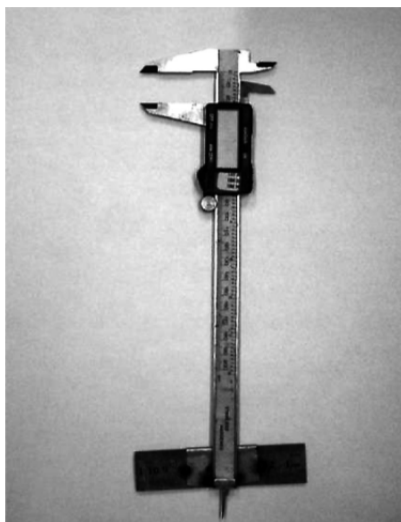
Mätdon. Detta verktyg utvecklades i början av 1970-talet enbart för mätning av dubbskadedjup på timmer. Mätdonet bestod av ett handtag med ett infällbart mätstift som var 2 mm i diameter och hade en sfäriskt rundad spets. Stiftet var konstant fjäderbelastat med ett inställbart motstånd, se figur 2 och 3. Tanken bakom mätdonets konstruktion var att eliminera skillnader i mätresultaten som kunde påverkas av vilken kraft olika personer tryckte ned mätverktygen i dubbskadorna. (Wiklund & Grönlund 1973a). En utvärdering av mätdonet visade att detta inte eliminerade skillnaderna mellan olika personers handhavande av mätverktyget (Wiklund & Grönlund 1973a). När uppmätta dubbskadedjup med mätdonet kontrollerats med hjälp av den noggrannare yx-metoden har det framgått att mätdonet systematiskt underskattat de totala skadedjupen (inklusive komprimerad ved) på signifikansnivåer mellan 80 – 99 % för gran och mellan 25 - 89 % för tall. (Wiklund & Grönlund 1973a; Jakobsson 1976a). Senare när elliptiska dubbar började användas på matarhjulerna visade det sig att mätdonets konstruktion inte var tillräckligt anpassad för mätning av denna form av dubbskador (Ilstedt 1977).

Figur 2 och 3 t.h.

Mätdon för undersökning av dubbskadedjup på timmer.
Sprängskiss t.v och foto t.h. från Wiklund & Grönlund (1973a) med tillstånd från SP trä.



Stickan på ett skjutmått. Detta sätt att mäta dubbskadedjup har använts vid några publicerade dubbskadestudier (Wiklund & Grönlund 1973a; Dahl 2006; Nuutinen et al. 2010). Av litteraturen framgår det att utformningen av stickorna på skjutmått varierat mellan de olika studierna, jmf. Wiklund & Grönlund 1973a; Nuutinen et al. 2010 m.fl. Nuutinen et al. (2010) har i ett arbete löpande kontrollerat en del av dubbskadedjupen som mätts med stickan på ett skjutmått med hjälp av den noggrannare yx-metoden för att korrigera stiftmätningarna i nämnda studien. Utan att publicera måtten på mätfelen uppger Nuutinen et al. (2010) dock att risken för under- och överskattade dubbskadedjup vid mätningarna med stickan på skjutmättet som de använt medfört en osäkerhetsfaktor i deras dubbskadestudie.



Figur 4. Anpassat skjutmått för stiftmätning av dubbskador på rundvirke.

Foto, Yrjö Nuutinen et. al. (2010) med tillstånd från Yrjö Nuutinen och Silva Fennica.

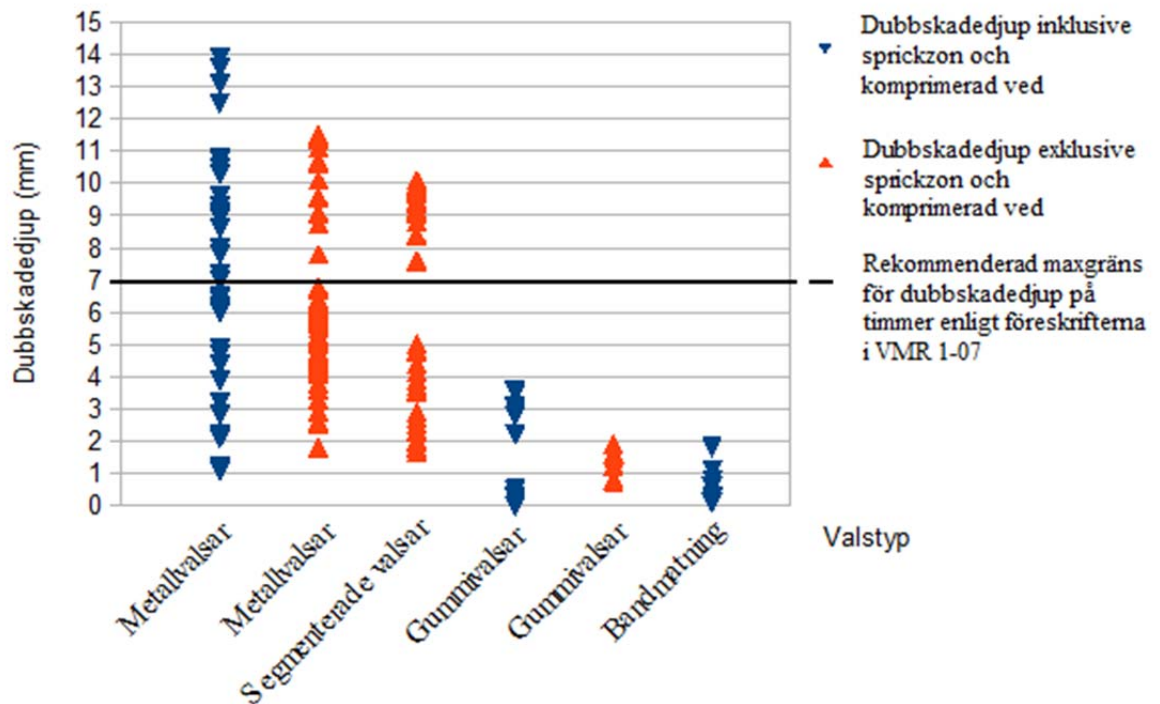
Mätstift. VMR har upprättat några enkla kriterier gällande mätstift som är avsedda för mätning och kontroller av dubbskadedjup. Dessa kriterier innebär att mätstiften skall vara 1 mm i diameter (Anon 2010) och bestå av en platt spets (Anon 2000), se omslagsbild. Orsaken till att spetsen skall vara platt är troligen att stiftet endast skall tränga ned i dubbskadan där brott i veden förekommer och inte beröra någon av dubbskadans djupare belägna sprick- eller deformationszoner (Weslien, muntl. 2007). I en studie där dubbskadornas djup först klassats med ett fyra mm långt mätstift som utformats enligt VMRs rekommendationer och därefter mätts med hjälp av yx-metoden, uppvisade 96,6 % av de klassade dubbskadedjupen på grantimret och 96,8 % av dubbskadorna på talltimret korrekt klassade dubbskadedjup. Vidare uppges avvikelserna från de korrekta dubbskadedjupen varit liten i de fall skadedjupen felbedömts med detta mätstift. Tidsåtgången för att kontrollera en slumpmässigt vald dubbskada på tre stycken stockar i rad med detta verktyg uppges vara 20 till 30 sekunder (Anon. 2008b).

Se även sammanställning av ovan beskrivna mätmetoder och mätverktyg i bilagor, tabell 1.

1.1.3 Faktorer som påverkar dubbskadedjupen

Eftersom både grunda och djupa dubbskador ofta ser identiska ut över hela timmerstockarna ges här exempel från litteraturen på faktorer som kan påverka dubbskadedjupen vid maskinell avverkning och upparbetning av timret.

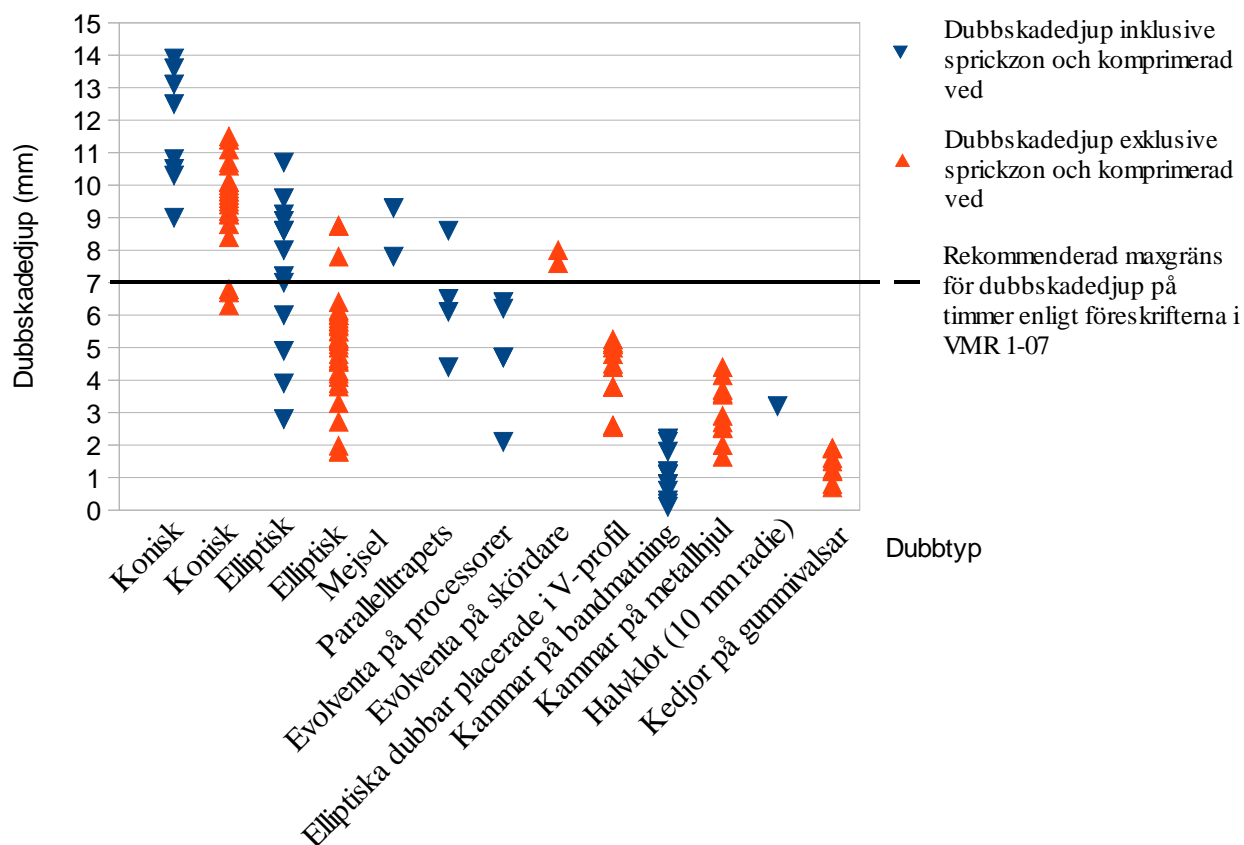
Matarvalsar och Dubbtyp. Matarhjulens konstruktion och dubbform har i flera studier visat sig påverka dubbskadedjupen. Medelvärden för dubbskadedjup från publicerade studier har sammanställts i figur nummer 5 och 6.



Figur 5. Sammanställning av medelvärden för dubbskadedjup från 3 olika typer av matarvalsar plus resultat från uppmätta dubbskadedjup vid bandmatning.

Källor: Brunberg et al. 2006a, b; Dahl 2006; Granlund & Hallonborg 2001; Hallonborg & Granlund 2002; Hallonborg et al. 2003; Helgesson 1989; Helgesson 1992; Helgesson & Leithe-Eriksen 1987; Ilstedt 1977; Jakobsson 1976; Jonasson 2002; Jonsson 2005; Leithe-Eriksen 1986; Magnusson 1978a, b; Nuutinen et al. 2010; Sveningsson 2011; Wiklund & Grönlund 1973a.

Observera att det i huvudsak är samma värden som förekommer i både figur 5 och 6. Detta beror på att sammanställda dubbskadedjup sorterats och redovisats för matarhjul i figur nr 5 och för dubbtyper i figur nr 6.



Figur 6. Sammanställning av dubbskadedjup från olika dubbtyper.

Källor: Brunberg et al. 2006a, b; Dahl 2006; Granlund & Hallonborg 2001; Hallonborg & Granlund 2002; Hallonborg et al. 2003; Helgesson 1989; Helgesson 1992; Helgesson & Leithe-Eriksen 1987; Ilstedt 1977; Jakobsson 1976; Jonsson 2005; Leithe-Eriksen 1986; Magnusson 1978a,b; Nuutinen et al. 2010; Sveningsson 2011; Wiklund & Grönlund 1973a.

* *Mejselformade dubbar förekommer i ett flertal olika varianter.*

Laboratorietester har visat att skilda dubbtyper och valsmönster tränger olika långt ned i veden vid samma klämtryck (Uusijärvi 1977; Gäfvert et al. 2008). Under mitten av 1970-talet började man bli klar över att koniska dubbar inte längre skulle användas på avverkningsmaskinernas matarvalsar (Sondell 1978; Uusijärvi 1977).

Trädslag, stockdiameter och bark. Björktimmer med tjockare bark drabbas inte av lika djupa dubbskador jämfört med tall- och grantimmerstockar som har tunnare bark (Nuutinen et al. 2010). Dubbskador i tallved har skarpare snitt efter koniska dubbar jämfört med grantimmer som uppvisar gropigare dubbavtryck och mer hoppresad ytved efter upparbetning med samma avverkningsutrustning (Wiklund & Grönlund 1973). Talltimmer drabbas generellt av djupare dubbskador jämfört med grantimmer enligt en rad studier (Wiklund & Grönlund 1973; Jakobsson 1976a; Ilstedt 1977). VMF Qbera uppger också, i en studie på timmer som registrerats i deras ordinarie mätverksamhet, att de djupaste dubbskadorna observerats på talltimmer, och preciserar vidare att 9 % av grovt timmer med stamblockskvalitet och 22 % av klen talltimmer drabbats av 5 mm eller djupare dubbskador (Jonsson 2006). Vid trädslagsvisa jämförelser av dubbskadedjup mellan rot- och andrastockar på tall- och grantimmer påvisades endast i vissa fall signifikant skilda dubbskadedjup mellan de olika stocktyperna på tall (Jonasson 2002).

Av ett flertal diagram med utritade regressionslinjer för dubbskadedjup som funktion av både tall- och grantimmerstockars toppdiameter framgår det att ökande dubbskadedjup som funktion av toppdiameter varit mycket ovanligt. Ibland framträder ingen trend alls gällande dubbskadedjup som funktion av stockarnas toppdiameter, men oftast framgår en svag trend till minskande dubbskadedjup som funktion av ökad stockdiameter. Dock redovisas vare sig förklaringsgrader eller variationskoefficienter till diagrammen i dessa studier. (Wiklund & Grönlund 1973; Jakobsson 1976; Ilstedt 1977; Magnusson 1978a; Hallonborg et al. 2003). Under ett examensarbete som genomfördes av Hasselborg (2006) observerades en större andel dubbskador djupare än 8 mm på timmerstockar med en toppdiameter mellan 17 och 18 cm jämfört med på klentimmer med toppdimensioner mellan 13,5 och 14,5 cm.

Förklaringsgraden (R^2 -värdet) för dubbskadedjup som funktion av toppdiameter har i en studie på både tall- och grantimmer gemensamt beräknats till 0,0297 och för dubbskadedjup som funktion av barktjockleken i samma studie till 0,1519. Det har också observerats i en studie på timrets översta 10 cm att kvarsittande kraftig bark minskat dubbskadedjupen med i genomsnitt 1,5 mm jämfört med inom samma observationsområde där barken skavts bort från stockarna under avverkningsarbetet. (Jonsson 2005).

Avverkningsstidpunkt – årstid. NVM (Norsk virkesmåling) har redovisat en drygt två år lång mätserie som uppvisar minst andel dubbskadad timmervolym under perioderna januari till mars år 2010 och 2011 samt större andel dubbskadad timmervolym under perioderna däremellan (Anon. 2011). Ett flertal studier har visat att barkens bindningsstyrka mot virket är beroende av årstid (eg. vegetations-/ej vegetationsperiod) och att barkens bindningsstyrka mot veden är som lägst i mitten av växtsäsongen (Nylinder et al. 1995). Det finns också sammanställda observationer från studier som tyder på att barken inte lindrar dubbskadedjupen lika mycket under savningsperioden mellan maj och juli jämfört med under andra delar av året (Magnusson 1978a b; Leithe-Eriksen 1986). Vid studier av dubbskadedjup som orsakats av samma avverkningsmaskin har djupare dubbskador också konstaterats på ofruset timmer jämfört med på fruset timmer (Granlund & Hallonborg 2001).

Skogsbeståndens geografiska läge. I en dubbskadestudie på ofruset grantimmer från avverkningsbestånd med likartade trädhöjder, stamdiametrar samt kvistningsförhållanden i södra-, mellersta- och norra Sverige observerades djupast dubbskador på timret från den sydligaste trakten och grundast dubbskador på timret från den nordligaste. De varierande dubbskadedjupen kan ha berott på flera olika faktorer, varav den enda kända orsaken under den nämnda studien var att timrets torr-rådensitet varit högst på den sydligaste avverkningsplatsen och lägst på den nordligaste. (Magnusson 1978a). Att timrets torr-rådensitet påverkar dubbarnas inträngnings- och matningskraft samt skadedjup i veden är även känt från laboratorieförsök (Uusijärvi 1977).

Skördaraggregatens matningsrörelser och matningshinder. Accelerations- och retardationsrörelser vid start och stopp när stammarna upparbetas till timmer anses kunna påverka dubbskadedjupen (Helgesson 1978a). Backning med skördaraggregaten på stammarna medför att matarhjulen passerar en och samma yta på stockarna flera gånger, detta beskrivs i litteraturen som en riskfaktor för djupare dubbskador (Magnusson 1978; Jonsson 2005).

Enligt Magnusson (1978a) motsvarar kvistningsmotståndet ca två tredjedelar av den nödvändiga matningskraften som behövs vid maskinell kvistning och upparbetning av fällda

träd till timmerstockar ute i skogen. Detta gör att varierande kvistningsförhållanden antas vara en starkt bidragande orsak till olika dubbskadedjup (Magnusson 1978). Timmer som kvistats och upparbetats maskinellt efter att trädstammarna lunnats till stationära upparbetningsanordningar har uppvisat något grundare dubbskador jämfört med stammar som upparbetats till timmer innan stockarna transporterats från avverkningsplatsen (Jakobsson 1976). Upparbetningshinder, exempelvis grova kvistar har angetts som bidragande orsak till varierande anliggningsstryck och tillfälliga tryckstötter från matarhjulen (Helgesson & Leithe-Eriksen 1987) samt som delförklaring till olika dubbskadedjup längs timmerstockarna (Jakobsson 1976). Med hjälp av en riggad försöksstudie har djupare dubbskador och slirskador kunnat provoceras fram genom att öka skördaraggregatens matningsmotstånd. Dessa dubbskador blev då djupare före slirskadorna jämfört med efter (Hallonborg et al. 2003.) När dubbskadedjup på timmer från kvistiga bestånd och krokiga stockar jämfördes med dubbskadedjup på mindre kvistigt och rakare timmer, uppmättes de djupare dubbskadorna på det kvistigare och krokigare virket (Jonsson 2005).

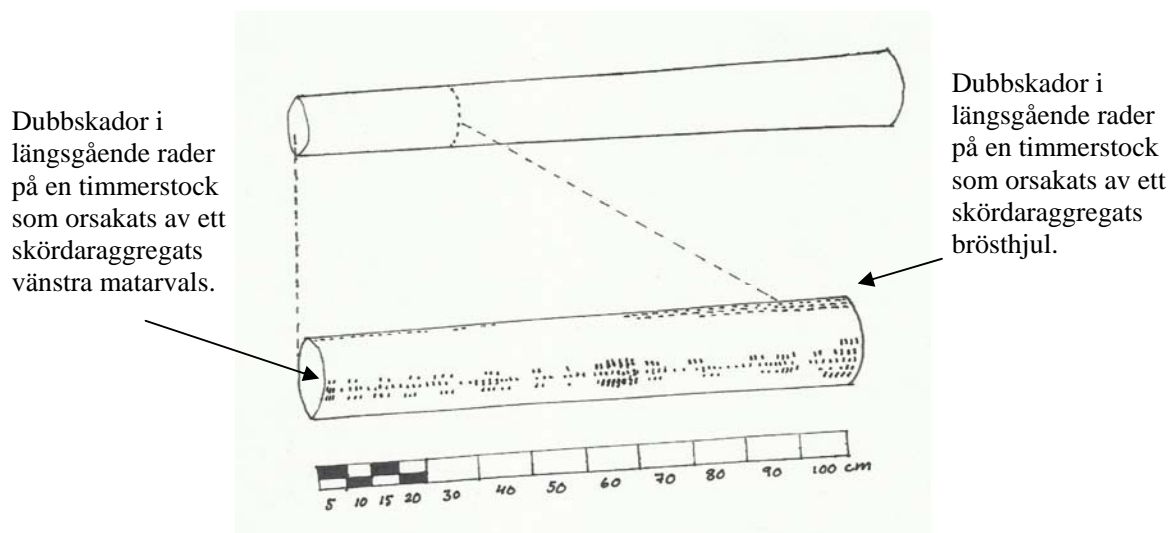
Klämtryck. Magnusson (1978a) har uppgett att matarhjulets klämtryck mot timret haft sådan betydelse att detta tryck borde mätas vid all uppföljning av dubbskadedjup i fält, framförallt när dubbskadedjupen från olika typer av matarvalsar skall jämföras på en och samma avverkningsmaskin. Laboratorietest visar också att klämtrycken har betydelse för dubbskadedjupen samt att skilda dubbtyper och valsmönster tränger olika djupt ned i veden vid samma klämtryck (Uusijärvi 1977; Gäfvert et al. 2008). Matarvalsarnas klämtryck påverkar skördaraggregatens matningskraft (Hallonborg et al. 2003) och klämtrycken kan justeras från högt tryck när trädstammarna börjar matas mellan kvistknivarna för att sedan minska när kvistningsarbetet kommit igång (Jonasson 2002; Jonsson 2005). Även kvistknivarnas klämtryck mot timret har visat sig kunna påverka dubbskadedjupen (Hallonborg et al. 2003; Brunberg et al. 2006).

1.2 Syfte och Mål

Syftet med litteraturstudien i detta examensarbete är att sammanställa och jämföra de mätmetoder och mätverktyg som använts vid tidigare dubbskadestudier på sågtimmer samt att beskriva identifierbara faktorer som kan indikera förekomst av oacceptabla dubbskadedjup på timret.

Syftet med den praktiska undersökningen i detta examensarbete är att kartlägga var den eller de djupaste dubbskadorna förekommer längs översta metern på barrsågtimmer. Detta för att underlätta urval av dubbskador på enstaka timmerstockar vid kontroll och klassning av avverkningsskador enligt föreskrifterna VMR 1 – 07 som beskrivits i kapitel 1.1.1.

Mer specifikt undersöks om kvarsittande bark över dubbskadorna och de djupaste dubbskadorna är jämnt fördelade mellan dubbskaderaderna på timmerstockarnas översta meter, se figur 7 och 9. Hypoteserna avser observerade barkförekomster och dubbskadedjup efter avtryck som orsakats av brösthjulen separerat och matarvalsarna för sig, eftersom dessa är två olika typer av matarhjul på samma skördaraggregat, se figur 8.



Figur 7. Kartläggningsområde inom vilka barkobservationer och dubbskadedjup klassats på varje enskild timmerstock i detta arbete. *figur, Mattias Söderholm.*

Projektets övergripande mål är att bidra till mer rationella mätrutiner, genom att komplettera rådande rekommendationer för virkesmätning med preciserade uppgifter som anger på vilka timmerstockar i ett virkesparti de djupaste dubbskadorna troligen påträffas och var på timmerstockarnas översta meter den eller de djupaste dubbskadorna mest sannolikt förekommer. Avsikten med rapporten är att kunskaperna skall underlätta virkesmätarens kontroll av dubbskadedjup på timmer samt att dubbskadedjupen även skall kunna utvärderas oftare av exempelvis skördartillverkare och avverkningsentreprenörer med flera.

2 Material och metoder

Eftersom resultaten från detta examensarbete främst skall kunna praktiseras vid virkesmätningens föreningsstationer långt ifrån avverkningsplatserna, har både de teoretiska litteraturstudierna och de praktiska kartläggningarna i detta arbete fokuserats på faktorer som indikerar djupare dubbskador på enskilda timmerstockar, utan kännedom om vilken maskin som avverkat virket. För att underlätta lokalisering av de djupaste dubbskadorna har därför identifierbara virkessegenskaper och andra riskfaktorer som kan indikera förekomst av oacceptabla dubbskadedjup på enskilda stockar i en timmertrave sammanställts i kap 1.1.3. I detta avsnitt beskrivs hur mätmetoder och verktyg från tidigare dubbskadestudier sammanställts, jämförts och bedömts lämpliga för olika användningsområden. Därefter beskrivs timret som ingått i detta arbetets praktiska studie med fokus på hur barkförekomst och dubbskadedjup kartlagts på timret samt den statistiska bearbetningen av det kartlagda materialet.

2.1 Utvärdering av mätmetoder och mätverktyg

Tidigare använda mätmetoder och mätverktyg som beskrivits i publicerade dubbskadestudier har sammanställts i en tabell med avseende på typ av mätmetod och mätverktyg, redovisat skadedjup exklusive eller inklusive komprimerad ved under dubbhålet, mätfel plus kortfattade kommentarer med övrig information, se tabell 1 i bilagor. Därefter analyserades lämpliga användningsområden för de olika mätmetoderna och verktygen med avseende på mätprecision och tidsåtgång. Mätverktygens precision har bedömts utifrån dess mätskalor, varav mätskalor som uppvisar millimetrar inklusive någon decimal har ansetts som hög mätprecision, mätskalor som enbart uppvisar hela millimetrar som måttlig mätprecision samt

större eller mindre skadedjup än det aktuella klassningsverktygets stiftlängd som låg mätprecision. Tidsåtgången för mätning av dubbskadedjup med olika verktyg och metoder har bedömts som tidskrävande eller som snabba beroende på hur många arbetsmoment respektive verktyg och metod kräver. Mätmetoder och verktyg som kräver att dubbskadade vedstycken först avlägsnas från timret eller att dubbskadorna måste klyvas på mitten inför mätning bedömts som tidskrävande, medan mätning och kontroll av dubbskadedjup som kan genomföras direkt på timret bedömts som snabb mätmetodik.

För att ett mätverktyg i denna utvärdering skall kunna bedömas som lämpligt till kontroll av dubbskadedjup vid objektiv virkesmätning har det krävts dokumenterade uppgifter som uppger att respektive verktyg uppvisar korrekt skadeklass vid minst 95 % av de kontrollerade dubbskadorna.

2.2 Beskrivning av timret som ingått i denna studie

Timret var på kartläggningen av dubbskadedjupen genomförts i detta arbete kommer från slumpmässigt utvalda kontrollstockar av både tall och gran, vilka först ingått i VMF-Nords interna mätuppföljning och därefter tillhandahållits för denna studie. Totalt har dubbskadedjupen kartlagts på 26 stycken stockar, varav 17 talltimmerstockar inom ett diameterintervall mellan 13 till 29 cm som inmätts av virkesmätningen vid Sävar såg och 9 stycken grantimmerstockar i diameterintervallet mellan 14 till 24 cm som inmätts av virkesmätningen vid Rundviks såg, se tabell 2. Samtliga timmerstockar som ingått i denna studie har levererats till de nämnda sågverken under andra halvan (tidigast juli och senast november) av år 2007.

Timmerstockarnas toppdiameter har hämtats ifrån kontrollmätarens protokoll, där toppdiametern redovisats i hela centimetrar (klassbottenmätt¹). Barktjockleken mättes med hjälp av skänklarna på ett skjutmått och på den bark som påträffats närmast toppändan.

Tabell 2. Kortfattad beskrivning av timmerstockarna i denna mätstudie.

Trädslag	Antal (st)	Toppdiameter			Barktjocklek		
		Min (cm)	Max (cm)	Medel (cm)	Min (mm)	Max (mm)	Medel (mm)
Gran	9	14	24	19	2,7	4,5	3,5
Tall	17	13	29	19	0,5	5,6	2,1

2.3 Bark- och dubbskadeobservationer

Vid kartläggningarna av dubbskadedjupen i detta arbete har VMRs rekommendationer och begränsningar gällande klassning av avverkningskador vid Sveriges virkesmätningssammanslagningar använts. Dessa rekommendationer avser mätstiftens utformning och anger inom vilket observationsområde längs varje timmerstock dubbskadedjupen bör klassas (jmf, Kompendium i virkesmätning del IV och VI samt föreskrifter 1-07). De studerade dubbskadorna har därför koncentrerats till att enbart omfatta dubbskador som påträffats inom timmerstockarnas översta meter, närmast toppändarna (se figur 7).

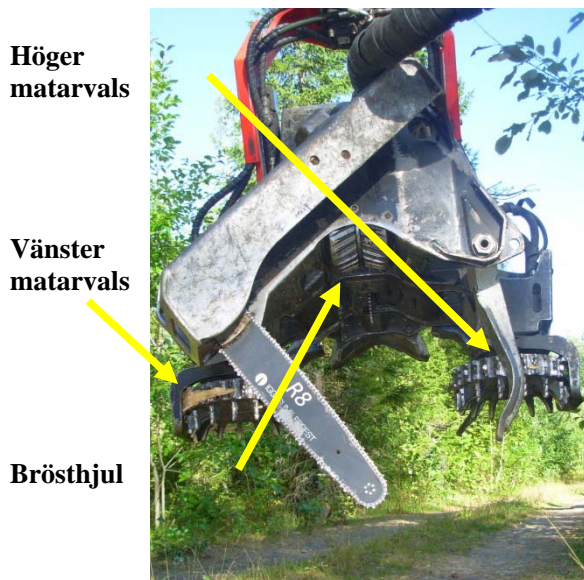
Dubbskadornas djup har klassindelats med hjälp av fyra olika långa stiftverktyg, samtliga med en stift diameter på 1 mm och platta spetsar, det vill säga att spetsarna kapats 90 grader tvärs

¹

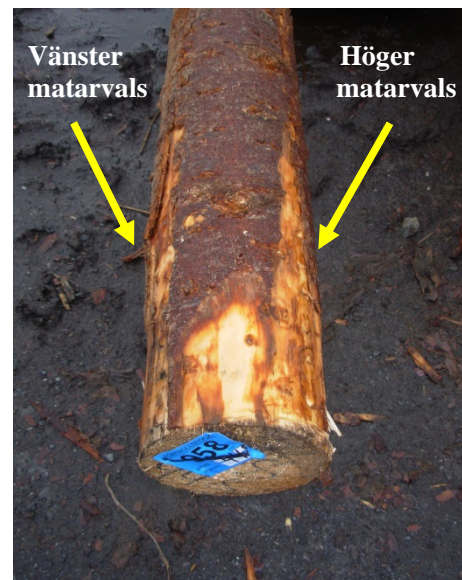
Klassbotten innebär att uppmätt toppdiameter avrundats ned till närmaste hela centimeter.

stiftens längdaxel. Varje stift är fäst vid ett handtag med ett fixerat avstånd mellan stiftspetsen och handtaget. Längderna på mätstiften i detta arbete var 5, 7, 9 och 20 millimeter, se omslagsbild. Klassningen av varje dubbskadedjup påbörjades alltid med det kortaste mätstiftet. I det fall som stiftspetsen inte bottnade i skadan, så att verktygsskaftet istället stannade mot virkesytan byttes det kortare mätstiftet ut mot följande längre stift. När verktygets stiftspets bottnat i veden och det fortfarande var möjligt att se en del av stiftet mellan vedytan och verktygsskaftet, då klassades dubbskadedjupet till samma längd som på det aktuella mätstiftet. Dock användes det 20 millimeter långa mätstiftet på ett något litet annorlunda sätt, jämfört med de kortare mätstiften. Innan det längsta mätstiftet trycktes ned i dubbskadorna (vilka först konstaterats vara djupare än 9 millimeter) fästes exempelvis en läderlapp vid mätspetsen. Måtten på de djupaste dubbskadorna mättes därefter längs det erhållna avstånden mellan stiftspetsen och läderlappen. Utan detta förfarande skulle kännedom om måtten på de djupaste dubbskadorna i detta projekt kunna gå förlorad och endast redovisats som djupare än 9 mm.

De klassade dubbskadedjupen noterades radvis och separat för varje matarhjul, vilka innefattar höger och vänster matarvalsar samt i förekommande fall även brösthjul. Stiften har även använts för att kontrollera djupen från skördaraggregatens mätthjul som också kan orsaka dubbskadeliknande hål i veden.



Figur 8. Bilden visar ett skördaraggregat med två stycken matarvalsar och ett brösthjul i mitten. Foto, Mattias Söderholm.



Figur 9. Observera att bilden är fotograferad från ett perspektiv som visar stockens toppände med dubbskador från matarvalsarna vända uppåt och att brösthjulens dubbskador är vända vinkelrätt ner mot marken. Foto, Mattias Söderholm.

För att identifiera dubbskador från respektive matarhjul rullades varje undersökt stock till ett läge så att märken orsakade av matarvalsarna alltid pekade uppåt och märken från brösthjulen nedåt. Sett ifrån stockens toppände benämndes valsmärken som pekade snett upp mot vänster som vänster vals och snett upp mot höger som höger vals, se figur 9.

I de fall då märken från brösthjul förekommit, pekade dessa nedåt (se figur 9) och namngavs på samma sätt som för matarvalsarna. Förekomsten av märken från brösthjul varierar dock beroende på om skördaraggregaten varit utrustade med eller utan, alternativt ett, två eller flera brösthjul. Skördaraggregat som utrustats med endast ett brösthjul orsakade ett skademönster som pekade rakt nedåt i det läge då matarhjulen namngavs. Skador från mätthjul som också

orsakat brott i veden klassades i förekommande fall på samma sätt som dubbskadorna och särredovisades som mätthjulsskador.

Dubbskadorna uppvisade ofta varierande utseenden på timmerstockarna beroende på matarhjulens konstruktion, exempelvis kunde både elliptiska och raka dubbmönster förekomma efter ett och samma matarhjul. Vid klassning av dubbskadornas djup gjordes dock ingen skillnad mellan de olika dubbskadornas utseende. För varje dubbskada som ingått i denna studie har dubbskadedjupet klassats och barkförekomst eller ej över skadan noterats. Klassning av dubbskadedjup och notering gällande barkförekomst genomfördes radvis, med riktning uppifrån toppänden och nedåt mot rotänden. Tre dubbskadeobservationer genomfördes inom varje fem centimeters intervall mellan noll till tjugo centimeter ifrån toppänden. Därefter noterades de tre första dubbskadorna inom varje tio centimeter långt intervall tjugo- till etthundra centimeter nedanför toppänden. Med detta arbetssätt skapades en tabell för varje matarhjul, innehållande bark och dubbskadeobservationer för de studerade timmerstockarna. Varje kolumn i de nämnda tabellerna motsvarade en dubbskaderad, där informationen i den översta cellen observerats närmast timmerstockens toppände och varje cell nedåt i kolumnen innebär ökat avstånd från toppänden. Den nedersta cellen i varje kolumn innehöll således den sista observationen för varje dubbskaderad som var belägen närmast observationsområdets nedersta gräns, en meter nedanför timmerstockarnas toppändar, se exempel på dessa noteringar i bilagor figur 1.

2.4 Statistisk bearbetning

Ett sätt att hantera tabelldata med statistik är att genomföra så kallade ChiSquare-tester, vilket använts i detta arbete. För att denna metod skall kunna användas, måste två grundkrav uppfyllas. Dessa grundkrav är att varje observation skall kunna tilldelas ett heltal med minsta värdet 1 (i detta fall antalet observerade dubbskador som klassats till 0, 5, 7, 9 och >9). Det andra grundkravet är att max tjugo procent av de förväntade frekvenserna i ChiSquare-testens resultat understiger talet 5. Vid händelse av att antalet observationer inte uppfyllts inför ChiSquare-tester kan värden från endera rader eller kolumner adderas ihop till dess att grundkraven därigenom uppfylls, vilket skett under detta arbete.

På grund av att antalet dubbskador som klassats djupare än 7 mm blev relativt få under kartläggningen i denna studie uppfylldes inte grundkraven för separata ChiSquare-tester gällande tall och gran var för sig, men genom att slå ihop allt insamlat mätdata kunde testerna ändå genomföras för båda trädslagen gemensamt. Eftersom huvudsyftet med detta arbete varit att kartlägga var den eller de djupaste dubbskadorna uppstått inom det observationsområde längs timmerstockarna som VMR föreskrivit, och att deras rådande gräns för tillåtna dubbskadedjup var 7 mm, slogs alla observationer med 9 och 20 millimeters-stiften ihop, och därigenom bildades en enda dubbskadeklass för alla skador djupare än 7 mm.

På grund av att matarvalsarnas konstruktion skiljer sig från brösthjulen genomfördes separata hypotesprövningar med både höger och vänster matarvalsar tillsammans och brösthjulen separat för sig.

Nollhypoteserna som formulerats för matarvalsarna och som i samtliga fall prövats med ett ChiSquare-test var följande:

- Antalet observationer med och utan bark förekommer i samma antal på matarvalsarnas vänstra, centrum och högra dubbskaderader.
- Antal observationer med och utan bark förekommer i samma antal inom samtliga sektioner som studerats från timmerstockarnas toppändar och en meter nedåt.
- Alla klassade dubbskadedjup förekommer i samma antal på matarvalsarnas vänstra, centrum och högra dubbskaderader.
- Alla klassade dubbskadedjup förekommer i samma antal inom samtliga sektioner som studerats från timmerstockarnas toppändar och en meter nedåt.

Nollhypoteserna som formulerats för brösthjulen och som i samtliga fall prövats med ett ChiSquare-test var följande:

- Antalet observationer med och utan bark förekommer i samma antal på brösthjulens vänstra, centrum och högra dubbskaderader.
- Antal observationer med och utan bark förekommer i samma antal inom samtliga sektioner som studerats från timmerstockarnas toppändar och en meter nedåt.
- Alla klassade dubbskadedjup förekommer i samma antal på brösthjulens vänstra-, centrum och högra dubbskaderader.
- Alla klassade dubbskadedjup förekommer i samma antal inom samtliga sektioner som studerats från timmerstockarnas toppändar och en meter nedåt.

3 Resultat

I detta kapitel redovisas resultaten från de jämförda mätmetoderna och verktygen som beskrivits i kap 1.1.2. Vidare har viktiga observationer från detta arbetets praktiska studie sammanställts. Därefter redovisas mer ingående resultaten från det statistiskt bearbetade materialet som behandlar de kartlagda observationerna av barkförekomst och dubbskadedjup på de studerade timmerstockarna.

3.1 Lämpliga användningsområden för olika mätmetoder och mätverktyg

Yx-metoden är en förstörande mätmetod till följd av att dubbskadade vedstycken avlägsnas från timret och att dubbskadorna därefter klyvs på mitten. Fördelarna med nämnda prepareringar är att dessa bidrar till hög mätprecision och stor mätnoggrannhet. Nämnda arbetsmoment medför dock att yx-metoden är mycket tidskrävande och därför även mindre lämplig att användas till andra studiesyften än blånadsutbredning, forskning och utveckling samt som facit vid virkesmätning.

Med utgångspunkt från NVMs studie (Anon 2008) som uppger att kontroll av dubbskadedjup med hjälp av ett stift-klassningsverktyg som utformats enligt VMRs rekommendationer resulterat i korrekt bedömda dubbskadedjup vid mer än 95 % av de kontrollerade dubbskadedjupen plus att det endast tar ca tio sekunder att kontrollera en slumpmässigt vald dubbskada på timret med detta verktyg, har stift-klassning i detta arbete bedömts som det rationellaste sättet att kontrollera dubbskadedjup vid opartisk virkesmätning. Mot bakgrund av nuvarande kunskapsläge utesluts inte i detta arbete möjligheter att uppnå bättre mätprecision och mätnoggrannhet vid kontroll av dubbskadedjup genom att anpassa mätstickan på ett skjutmått och andra stiftbaserade mätverktyg till de specifikationer som VMR upprättat. Mätning av dubbskadedjup passar till jämförelser av dubbskadedjup mellan olika matarhjul och aggregatinställningar med mera. Dock bedöms mättonets användningsområden vara begränsade eftersom verktygets ursprungliga konstruktion enligt uppgift från Ilstedt (1977) tenderat att underskatta dubbhålsdjupen och att verktyget inte fungerat vid mätning av skadedjup som orsakats av elliptiska dubbar, vilka fortfarande varit vanligt förekommande på skördaraggregatens matarhjul under detta examensarbete.

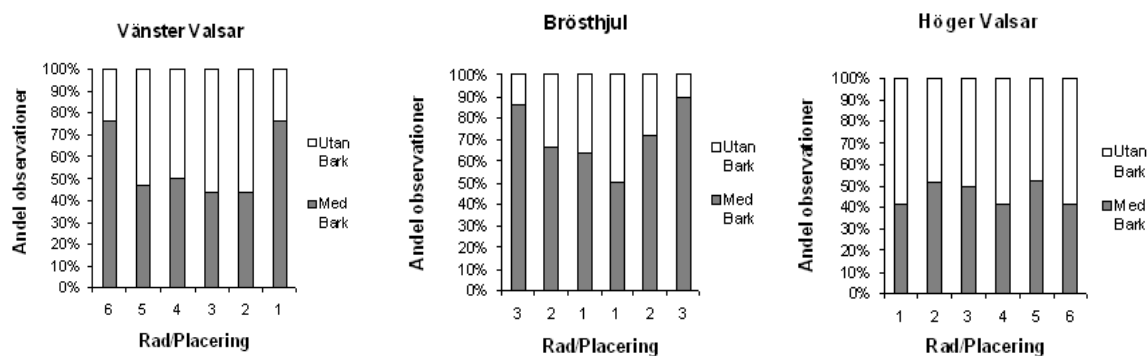
Tabell 3. Utvärdering av metoder och verktyg vid mätning av dubbskadedjup.

Mätmetod	Mätverktyg	Mätskala Precision	Tidsåtgång	Passande användningsområden
Yx-metoden	Skjutmått Specialverktyg	Hög Hög	Mest- tidskrävande	Facit vid virkesmätning, FOU samt till studier av blånadsutbredning
Stift-klassning	Stift med fasta längder	Låg	Snabbast	Passande för kontroll av godkända eller ej godkända dubbskadedjup.
Stift-mätning	Sticka på skjutmått	Hög	Snabb	Kan testas och utvärderas för FOU samt komplement alt. ersättning till stift-klassning.
	Graderat stift	Måttlig	Snabb	
	Mätton	Måttlig	Snabb	Tveksam användbarhet utan modifieringar.

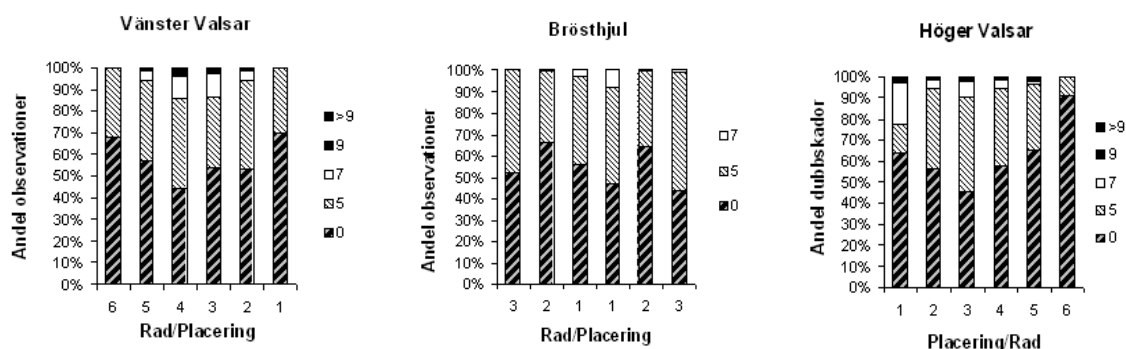
Hög mätprecision= Hela millimetrar plus en eller två decimaler, Måttlig mätprecision= Avrundas till närmaste hela millimeter, Låg mätprecision= Större eller mindre än den använda stiftlängden.

3.2 Sammanställning av kartlagda observationer från denna studie

Barkförekomst och dubbskadedjup har sammanställts och illustreras radvis i följande figurer separat för samtliga vänster- och högervalsar, samt brösthjul. Dubbskaderaderna från både vänster och höger matarvalsar numrerades i stigande ordning, med rad nummer ett belägen närmast brösthjulen och rad nummer sex längst bort från brösthjulen, se figur 10, 12, 13 och 15 nedan. Brösthjulens radnumrering utgår ifrån sina egna mittenavtryck och stiger med antalet rader bort ifrån mittenraderna, se figur 11 och 14.



Figur 10 till 12. Proportionerna för barkförekomst och avskavd bark efter vänster valsar, brösthjul och höger valsar.



Figur 13 till 15. Proportionerna för klassade dubbskadedjupen efter vänster valsar, brösthjul och höger valsar.

Den relativt låga andelen kvarsittande bark längs höger valsars rad nummer 1 och 6 (figur 12) beror på en slirskada där mer bark nöts bort jämfört med längs motsvarande rader på både vänster valsar och brösthjulen (figur 10 och 11).

På virkesytan i skördaraggregatets kvistningsriktning, precis före den ovan nämnda slirskadan (mot stockens rotände) påträffades också något fler och djupare dubbskador jämfört med på motsvarande område direkt efter samma slirskada (mot toppänden), se figur 1 i bilagorna.

När både klassade och uppmätta dubbskadedjup från fältstudierna sammanställdes under detta arbete konstaterades att 8 av de 17 studerade tallstockarna och 3 av de 9 studerade granstockarna hade oacceptabla dubbskadedjup över 6,99 mm. Det konstaterades också att dubbskador djupare än 6,99 mm även förekommit under kvarsittande bark på några utav de studerade stockarna. I tabell 4 beskrivs timmerstockarna med de djupaste dubbskadorna som observerats under detta arbete, både med och utan skyddande bark över skadorna. Observera att dubbskadeklass 9 i detta arbete innebär att dubbskadorna är mellan 7,0 och 8,99 mm djupa, exklusive komprimerad ved.

Tabell 4. Uppgifter gällande timmerstockarna med de djupaste dubbskadorna i denna studie, både med och utan skyddande bark över dubbhålen.

Trädslag	Skyddande bark över dubbskada eller ej	Topp-Diameter (cm)*	Bark-tjocklek (mm)	Klassat Dubbdjup (klass)	Mätt Dubbdjup (mm)
Gran	Ja	18	3,0	9	-
	Nej	22	4,0	-	13
Tall	Ja	25	2,75	-	10
	Nej	14	1,5	9	-

*Klassbottenmätt innebär att timmerstockens toppdiameter avrundats ned till närmast hela cm.

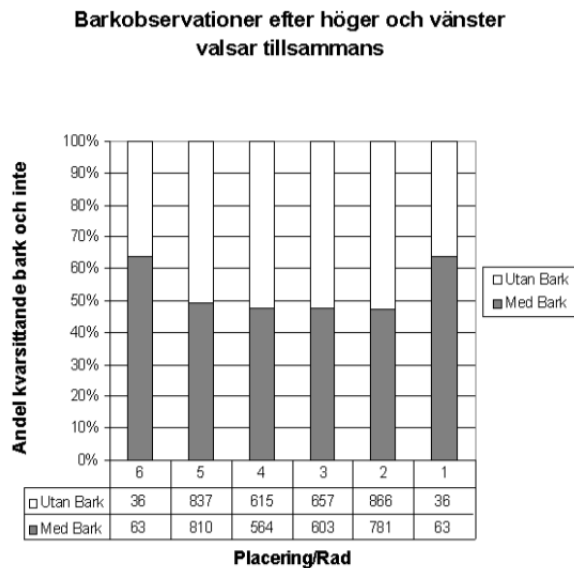
Övriga observationer

Djupare dubbskador har även observerats i förhållandevis stor omfattning på och i närheten av anmärkningsvärt grova kvistkuddar längs vissa av de studerade timmerstockarna, se figur 1 i bilagor.

Inga mätthjulsskador djupare än 5 mm har påträffades under kartläggningsarbetet av dubbskadedjupen som även inkluderade skador från mätthjul.

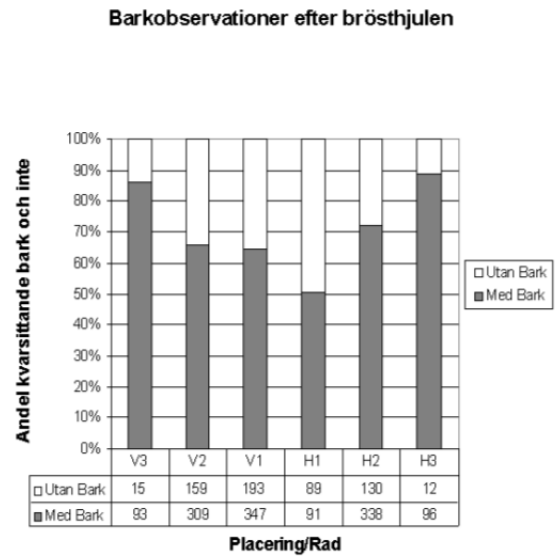
3.3 Bearbetat data

I detta kapitel redovisas statistiskt bearbetade observationer från både höger och vänster matarvalsar tillsammans samt statistik med observationer från brösthjulen separat.



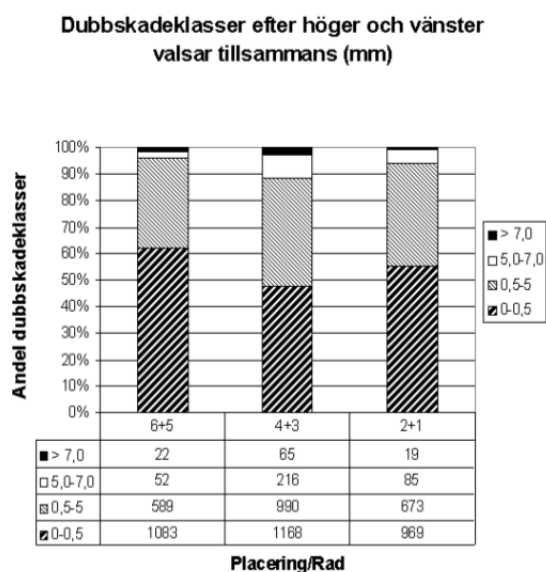
Figur 16. Andel dubbskadeobservationer med och utan kvarsittande bark efter både höger och vänster valsar.

Sannolikheten för (H_0) att antalet dubbskador med och utan kvarsittande bark är lika många på matarvalsarnas alla dubbskaderader = 0,001 %. Det vill säga att H_0 kan förkastas på 99,9 % signifikansnivå, vilket i denna studie tolkats som att barken oftare sitter kvar över dubbskadorna längst bort från matarvalsarnas mittenavtryck och att mest bark skavts bort längs matarvalsarnas mittenavtryck, se resultattabell nr 2 från ChiSquare-test i bilagor.



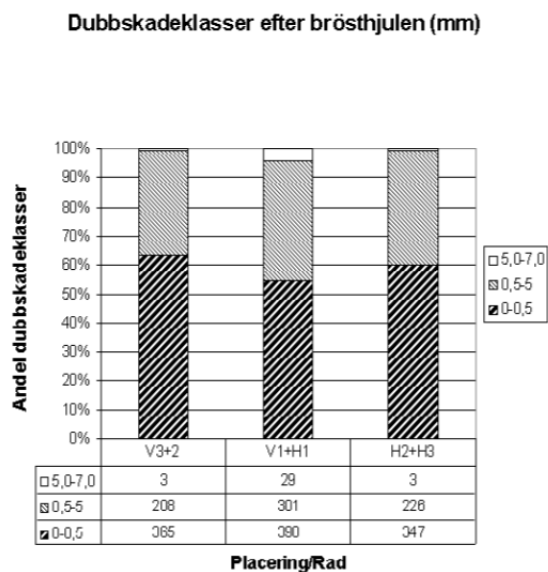
Figur 17. Andel dubbskadeobservationer med och utan kvarsittande bark efter brösthjulen.

Sannolikheten för (H_0) att antalet dubbskador med och utan kvarsittande bark är lika många på brösthjulens alla dubbskaderader = 0,000 %. Det vill säga att H_0 kan förkastas på över 99,9 % signifikansnivå, vilket i denna studie tolkats som att barken oftare sitter kvar över dubbskadorna längst bort från brösthjulens mittenavtryck och att mest bark skavts bort längs brösthjulens mittenavtryck, se resultattabell nr 3 från ChiSquare-test i bilagor.



Figur 18. Andel dubbskadeklasser efter höger och vänster matarvalsar.

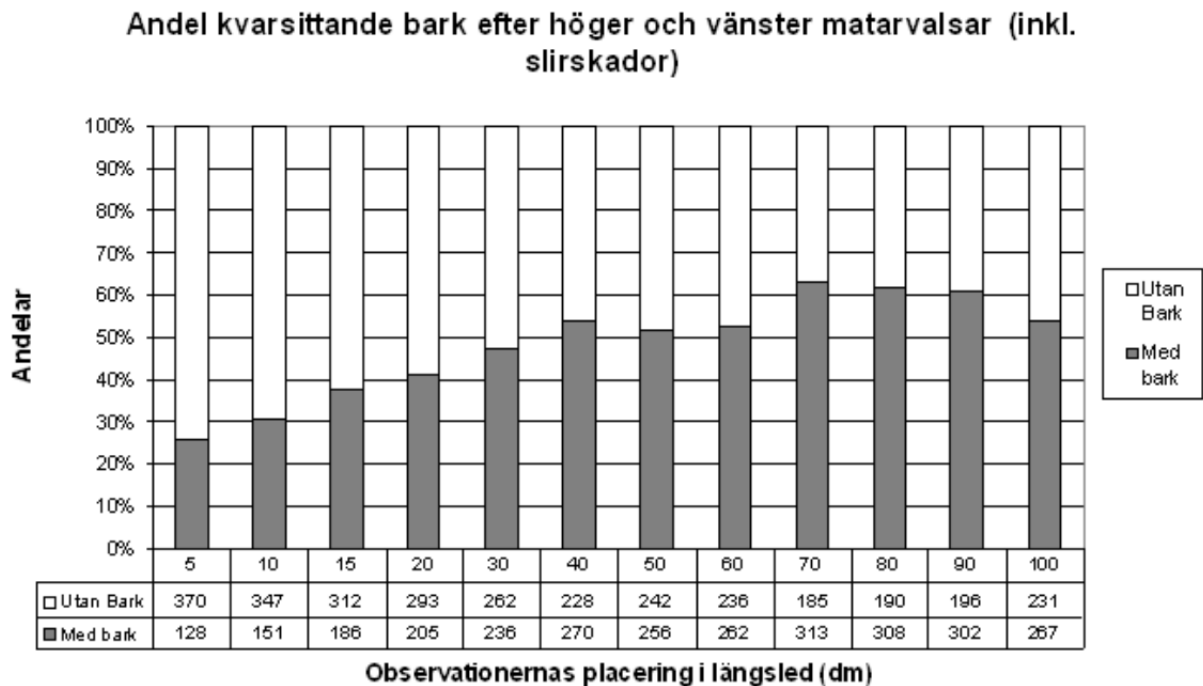
Sannolikheten för (H_0) att antalet dubbskadeklasser är lika många efter matarvalsarnas mittzoner (rad 4+3) och de bredvidliggande zonerna (rad 6+5 och 2+1) = 0,000 %. Detta innebär att H_0 kan förkastas på över 99,9 % signifikansnivå, vilket i denna studie tolkats som att både flest och djupast dubbskador förekommer längs mittersta zonen från matarvalsarna, se resultattabell nr 4 från ChiSquare-test i bilagor.



Figur 19. Andel dubbskadeklasser efter brösthjulen.

Sannolikheten för (H_0) att antalet dubbskadeklasser är lika många efter brösthjulens mittzoner (rad 4+3) och de bredvidliggande zonerna (rad 6+5 och 2+1) = 0,000 %. Detta innebär att H_0 kan förkastas på över 99,9 % signifikansnivå, vilket i denna studie tolkats som att både flest och djupast dubbskador förekommer längs mittersta zonen från brösthjulen, se resultattabell nr 5 från ChiSquare-test i bilagor.

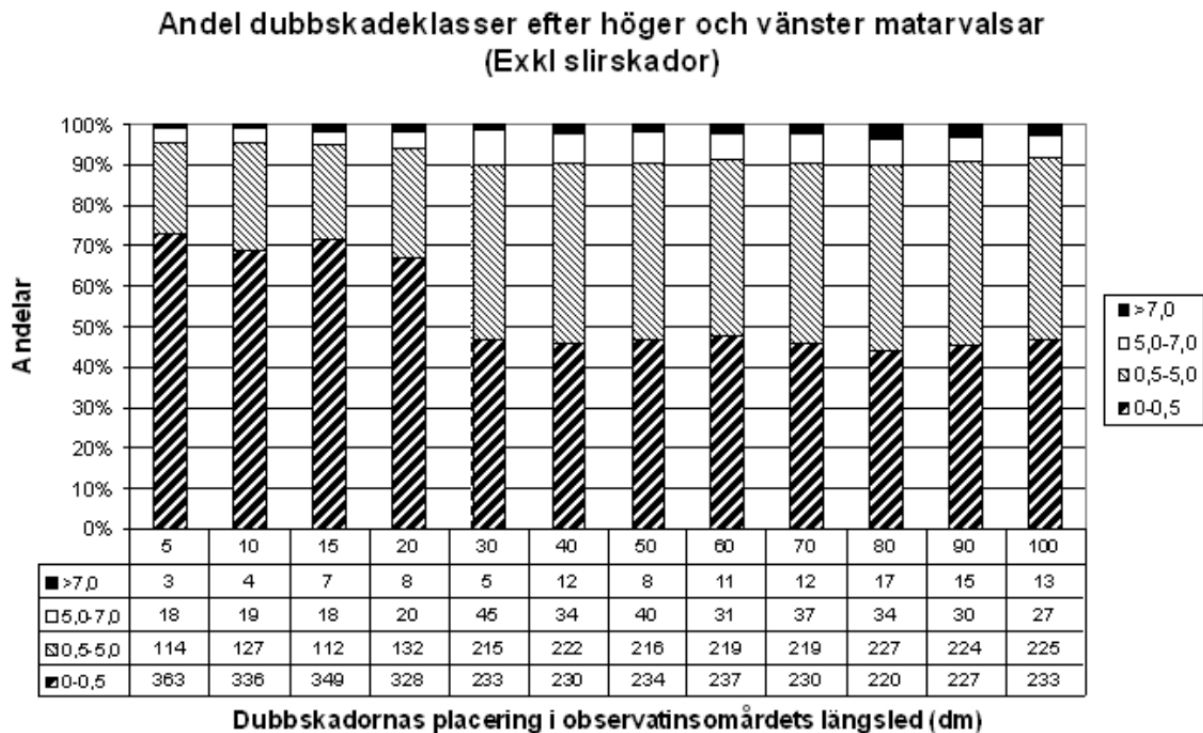
Notera att de djupaste dubbskadeklasserna i figur 18 och 19 generellt förekommit längs samma dubbskaderader med minst andel kvarsittande bark i figur 16 och 17 vid det genomförda kartläggingsarbetet.



Figur 20. Andel avskavd och kvar sittande bark efter matarvalsarna angivet inom olika avstånd från timmerstockarnas toppände och en meter nedåt.

Sannolikheten för (H_0) att antalet observationer med bortskavd och kvar sittande bark på timret 5, 10, 15 och 20 cm från stockarnas toppändar är lika inom varje avstånd från toppändan = 0,000. Detta innebär att H_0 förkastas på över 99,9 % signifikansnivå, vilket i denna studie tolkats som att andelen bortnött bark ökat inom de studerade timmerstockarnas översta 20 cm, närmast toppändarna, se resultattabell nr 6 från ChiSquare-test i bilagor.

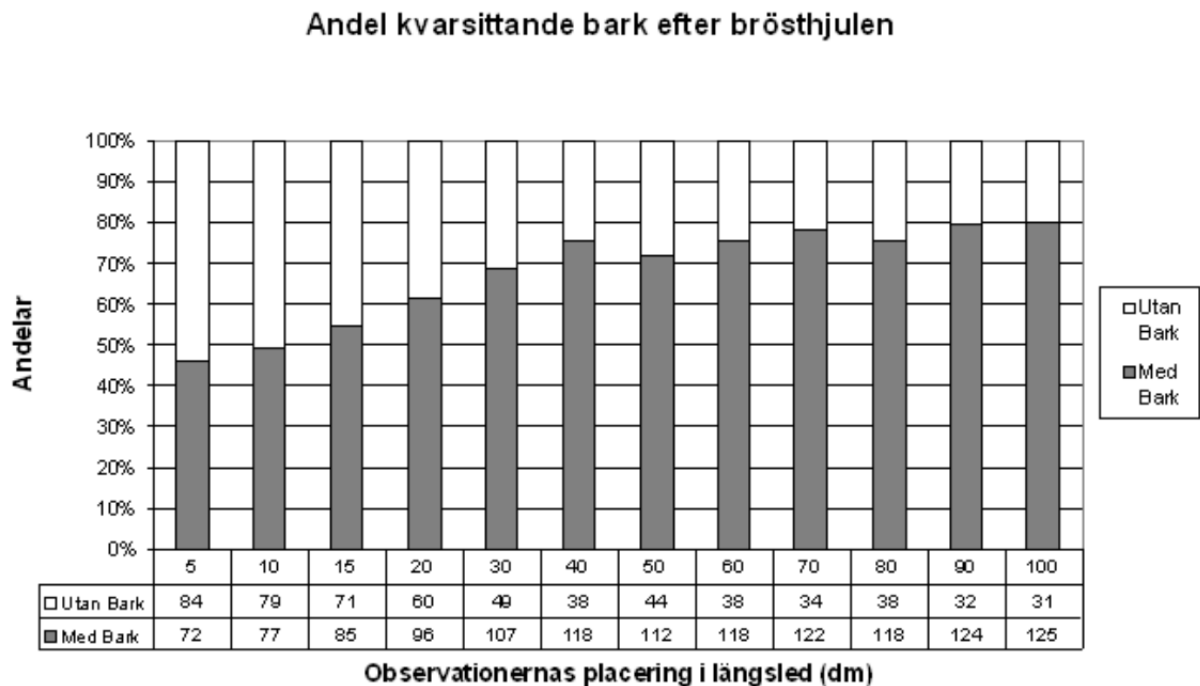
Sannolikheten för (H_0) att antalet observationer med bortskavd och kvar sittande bark på timret 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 och 100 cm från stockarnas toppändar är lika inom varje avstånd från toppändan = 0,000. Detta innebär att H_0 förkastas på över 99,9 % signifikansnivå, vilket i denna studie tolkats som att barken nött bort i olika omfattning längs den del av observationsområdet som ligger 20 till 100 cm från stockarnas toppändar, se resultattabell nr 7 från ChiSquare-test i bilagor.



Figur 21. Andel dubbskadeklasser efter matarvalsarna angivet inom olika avstånd från timmerstockarnas toppände och en meter nedåt.

Sannolikheten för (H_0) att antalet observerade dubbskadeklasser på timret 5, 10, 15 och 20 cm från stockarnas toppändar är lika inom varje avstånd från toppänden = 0,592, vilket innebär att nollhypotesen inte kan förkastas. Detta kan tolkas som att de olika dubbskadeklasserna inklusive de oacceptabelt djupa dubbskadorna kan förekomma lika ofta inom alla intervaller längs det testade observationsområdet, se resultattabell nr 8 från ChiSquare-test i bilagor.

Sannolikheten för (H_0) att antalet observerade dubbskadeklasser på timret 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 och 100 cm från stockarnas toppändar är lika inom varje avstånd från toppänden = 0,725, vilket innebär att nollhypotesen inte kan förkastas. Detta kan tolkas som att de olika dubbskadeklasserna inklusive de oacceptabelt djupa dubbskadorna kan förekomma lika ofta inom alla intervaller längs det testade observationsområdet, se resultattabell nr 9 från ChiSquare-test i bilagor.

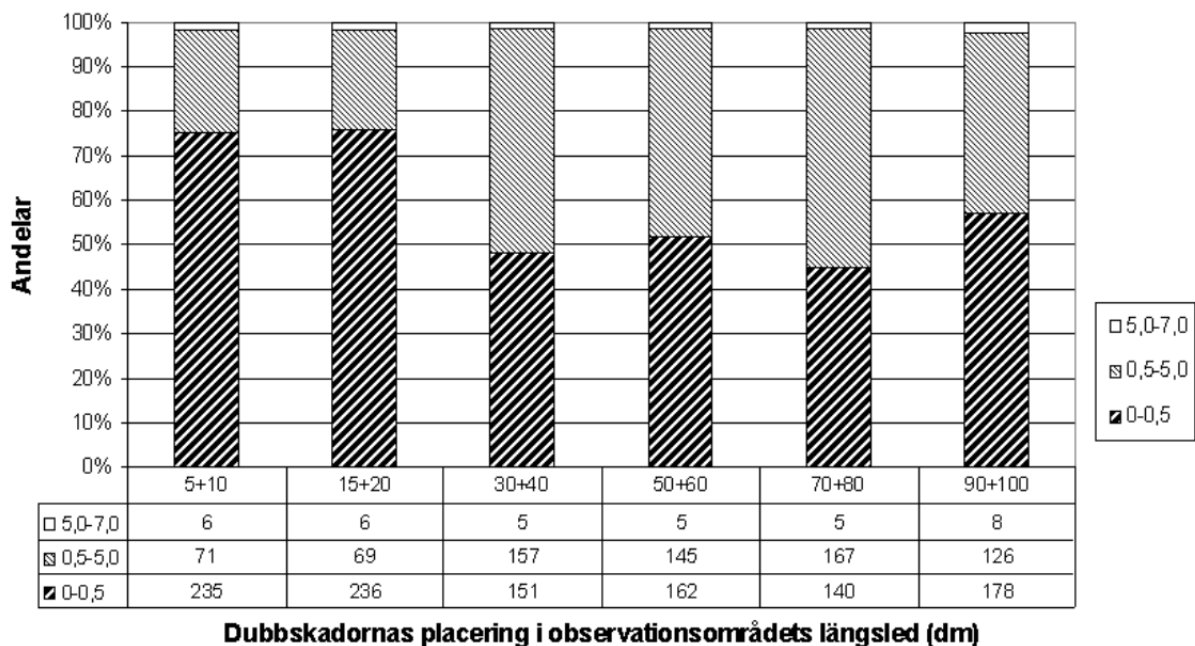


Figur 22. Andel avskavd och kvarsittande bark efter brösthjulen angivet inom olika avstånd från timmerstockarnas toppände och en meter nedåt.

Sannolikheten för (H_0) att antalet observationer med bortskavd och kvarsittande bark på timret inom intervallen 5, 10, 15 och 20 cm från stockarnas toppändar efter brösthjulen är lika inom varje avstånd från toppändan = 0,037. Detta innebär att H_0 kan förkastas på 96,3 % signifikansnivå, vilket innebär att andelen bortnött bark efter brösthjulen var störst närmast de studerade timmerstockarnas toppändar, se resultattabell nr 10 från ChiSquare-test i bilagor.

Sannolikheten för (H_0) att antalet observationer med bortskavd och kvarsittande bark efter brösthjulen på timret 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 och 100 cm från stockarnas toppändar är lika inom varje avstånd från toppändan = 0,254. Detta innebär att H_0 inte kan förkastas, vilket i denna studie innebär att andelen kvarsittande och bortnött bark på timret efter brösthjulen är ungefär lika inom den del av observationsområdet som ligger 20 till 100 cm nedanför stockarnas toppändar, se resultattabell nr 11 från ChiSquare-test i bilagor.

Andel dubbskadeklasser efter brösthjulen



Figur 23. Andel dubbskadeklasser efter brösthjulen angivet inom olika avstånd från timmerstockarnas toppände och en meter nedåt.

Sannolikheten för (H_0) att antalet observerade dubbskadeklasser efter brösthjulen på timret 5+10 och 15+20 cm från stockarnas toppändar är lika inom varje avstånd från toppändan = 0,986, vilket innebär att nollhypotesen inte kan förkastas. Detta innebär i denna studie att antalet observerade dubbskadeklasser efter brösthjulen är lika på timrets översta 20 cm nedanför toppändarna, se resultattabell nr 12 från ChiSquare-test i bilagor.

Sannolikheten för (H_0) att antalet observerade dubbskadeklasser efter brösthjulen på timret 30+40, 50+60, 70+80 och 90+100 cm från stockarnas toppändar är

lika inom varje avstånd från toppändan = 0,053. Detta tyder på att nollhypotesen i detta avseende troligen inte kan förkastas på 95 % signifikansnivå. och att de djupaste dubbskadeklasserna efter brösthjulen troligen är lika fördelade mellan 20 och 100 cm nedanför timmerstockarnas toppändar, se resultattabell nr 13 från ChiSquare-test i bilagor. En orsak till att signifikansnivån blev så pass hög jämfört med motsvarande värden för matarhjulen kan vara att antalet djupare dubbskadeklasser än 5 mm efter brösthjulen var relativt få i denna studie, vilket bland annat kan ha berott på ett för litet sampel med för få timmerstockar som uppvisat dubbskador från brösthjulen.

Resultaten av ChiSquare-testerna för rader visar med höga (99,9-procentiga) signifikansnivåer att både mest bark skavts bort och att de djupaste dubbskadorna oftast påträffats längs samtliga matarhjuls (både matarvalsarnas och brösthjulens) mittersta anliggningsytor mot timmerstockarna. Trots att en mindre andel av barken skavts bort inom den nedre hälften av observationsområdet på timret i denna studie har flest djupa dubbskador påträffats i detta område efter samtliga typer av matarhjul, se figur 21 och 23 med tillhörande ChiSquare-tabellerna 8, 9, 12 och 13 i bilagor.

4 Diskussion

Dubbskador på rundvirke är ett mycket komplicerat problem på grund av det stora antalet mer eller mindre fastställda faktorer plus ytterligare misstänkta men ej fastställda faktorer som kan påverka dubbskadedjupen. Dessutom förekommer dubbskadorna i nästan oräkneliga antal och bildar tillsammans olika dubbskademönster längs timmerstockarna, beroende på typ av matarhjul. Detta tillsammans med exempelvis variabelt anliggningstryck mellan skördaraggregatens matarhjul och trädstammarna när timret upparbetats försvårar både mätningar och redovisning av uppmätta dubbskadedjup samt komplicerar jämförelser av dubbskadedjup på timmer som avverkats med samma typ av matarhjul men monterade på olika avverkningsmaskiner. Trots att detta arbete refererat till en rapport som tyder på att mätverktyg med fasta stiftlängder samt en viss diameter och spetsform är lämpliga att användas för att klassa acceptabla eller oacceptabla dubbskadedjup (Anon 2008) - plus att den praktiska kartläggningen resulterat i att kontroller av dubbskadedjup främst kan koncentreras till de mittersta dubbskaderaderna längs timrets översta meter, kvarstår behovet av att öka kunskaperna om vilken stocktyp och var längs de mittersta dubbskaderaderna på dessa timmerstockar de djupaste dubbskadorna uppkommer.

4.1 Metoder och mätverktyg

Av de metoder och verktyg som påträffats under litteraturstudien till detta examensarbete har samtliga stiftbaserade metoder och verktyg bedömts vara snabbare jämfört med olika former av yx-metoden, varav verktyg med fasta stiftlängder, lämplig stift diameter och spetsform bedömts kunna vara både tillförlitliga och snabba när det gäller att kontrollera tillåtna eller otillåtna djupa dubbskador på rundvirke. Detta eftersom stiftbaserade mätmetoder och verktyg inte kräver lika omständliga förberedelser som yx-metoden. Enkelheten med fasta längder på mätstiften bidrar till de snabbaste klassningarna av dubbskadedjupen eftersom ingen mätskala med ofta små och svårlästa siffror behöver avläsas, utan oftast framgår det direkt om hela mätstiftets längd tryckts ned i dubbskadorna eller ej.

I de äldre rapporterna som ingått i litteraturstudien påpekas att mätresultaten från stiftbaserade metoder och verktyg kan vara beroende av vilken person som genomfört mätningarna (Wiklund & Grönlund 1973a). En nyare rapport från NVM (Anon 2008b) uppger däremot att kontroll av acceptabla eller oacceptabla dubbskadedjup med hjälp av ett stiftklassningsverktyg vilket haft exakt samma diameter samt spetsform som använts i detta arbete resulterat i korrekta klassningar vid mer än 95 % av de kontrollerade skadorna, samt att avvikelser från korrekta bedömningar skett med små felmarginaler. Tyvärr beskrevs inte orsakerna till de små felbedömningarna mer noggrant. Dock kan nämnda små felmarginaler med erfarenhet från kartläggningen av dubbskadedjupen i detta arbete bland annat bero på att när klassningsverktygets stift är precis lika långt som dubbskadan är djup, bottnar stiftet i dubbskadan samtidigt som verktygsskaftet också nuddar virkesytan. Vid dessa tillfällen kan man uppleva att verktyget fjädrar upp en aning när man släppt taget om verktygsskaftet, vilket bidrar till en risk för ett felaktigt bedömt dubbskadedjup, och med till synes mycket liten marginal. I vilket av dessa två lägen på stiftklassningsverktygen, helt nedtryckt eller i upp fjädrat läge, de mest korrekta dubbskadedjupen avläses bör studeras med hjälp av en ny undersökning.

Under kolumnrubriken övrig information i tabell nr 1. bilagor framgår att dubbskadestudier med stiftbaserade mätmetoder genomförts med olika stiftsdimensioner och spetsformer. Grova mätstift med trubbiga spetsar har i refererade studier konstaterats kunna medföra underskattade dubbskadedjup (Wiklund & Grönlund 1973a; Jakobsson 1976; Nuutinen et al.

2010). Smala mätstift och vassa spetsar tränger däremot troligen lättare ned i både dubbskadorna och i veden, vilket troligen medför ökade risker för överskattade dubbskadedjup. Mätstiftens dimension och spetsform som riskfaktorer för både under och överskattade dubbskadedjup har i detta examensarbete bedömts vara av större betydelse jämfört med vilken person som utfört mätningarna med det mätverktyg som använts under kartläggningarna av dubbskadedjupen i detta arbete. Detta eftersom att kontroll av dubbskadedjup med ett stiftverktyg som utformats enligt VMR rekommendationer oftast resulterat i korrekt bedömning av dubbskadedjup (Anon 2008b) samt att flera personer som provat verktyget dessutom gjort tydliga upplevelser av att de känt när stiftverktygets spets nått botten av skadorna (Jonsson, muntl. 2007). Vem som helst bör alltså kunna klassa dubbskadedjupen med de stiftverktyg som använts i detta examensarbete. Stiftklassningsverktygen bör därför inte enbart användas utav virkesmätningsföreningarna utan kan även med fördel användas av skördarentreprenörer. Detta för att utvärdera val av matarhjul på skördaraggregaten samt till att utföra interna uppföljningar av dubbskadedjup beroende på inställda hydraultryck i både matarhjulens och kvistknivarnas klämfunktioner.

4.2 Indikatorer på djupare dubbskador från litteraturstudien

STFI (Numera SP Trä) har under sina dubbskadestudier jämfört skadedjupen mellan de olika dubbskaderaderna från matarhjulens på timret, inom ett max 50 cm långt observationsområde från stockarnas toppändar och nedåt (Wiklund & Grönlund 1973a; Jakobsson 1976). Tyvärr har de inte publicerat resultaten från dessa jämförelser, men uppger att deras erfarenhet varit att de djupaste dubbskadorna oftast påträffats längs den mittersta dubbskaderaden från något av matarhjulens på timmerstockarna. Dock har inga tidigare publicerade resultat framgått under litteraturstudien som preciserat exakt var den eller de djupaste dubbskadorna påträffas längs de mittersta dubbskaderaderna från matarhjulens på timmerstockarnas översta meter.

Dubbskadedjupen i figur 5 och 6 består av sammanställda värden från alla jämförbara studier som påträffats under litteraturstudien. Dessa visar på tydligt skilda medelvärden för skadedjup beroende på matarhjulens konstruktion och dubbarnas form. Detta innebär vid kontroll av dubbskadedjup att den djupaste typen av dubbskada måste fastställas vid förekomst av flera olika former av dubbskador längs samma dubbskaderad.

I litteraturen som studerats har ett flertal faktorer identifierats som kan vara till hjälp när det gäller att indikera djupare dubbskador på enskilda timmerstockar. Något entydigt samband mellan dubbskadedjup och stockdiameter har dock inte påträffats i litteraturen. Jonssons rapport från 2005 kan med nuvarande kunskapsläge tyda på att timmerstockarnas toppdiameter åtminstone inte ensamt utan att kombineras med exempelvis barktjocklek är någon användbar indikator för djupare dubbskador inom ett virkesparti, eftersom hennes beräkningar resulterat i en anmärkningsvärt låg förklaringsgrad, $R^2 = 0,0297$ för dubbskadedjup som funktion av toppdiameter. Däremot var förklaringsgraden i samma studie starkare för minskat dubbskadedjup som funktion av ökad barktjocklek $R^2 = 0,1519$ även om detta också enligt statistisk teori betraktas som en låg förklaringsgrad (Wahlin 2011). Trots att nämnda förklaringsgrader i detta stycke är låga kan skillnaden mellan dessa tyda på en något högre sannolikhet för att de djupaste dubbskadorna i ett virkesparti påträffas på de aktuella timmerstockarna som oavsett toppdiameter har tunnast bark. Dessutom innebär nämnda låga förklaringsgrader att man bör fortsätta undersöka om det finns andra starkare indikatorer för oacceptabelt djupa dubbskador på timret. Exempelvis bör sambanden mellan dubbskadedjup och identifierbara faktorer på timret som stocktyp samt kvistningshinder i form av grövre grenar eller grenvarv undersökas noggrannare var för sig eller i kombination med barktjocklek.

Magnusson (1978) uppger i en studie gällande dubbskadedjup på ofruset virke från tre skilda breddgrader att timrets torr-rådensitet varit en förklaring till varför grundare dubbskadedjup observerats under studien längst i norr jämfört med längst i söder. Detta utesluter dock inte att det kan ha funnits fler förklaringar till de olika dubbskadedjupen. Mot bakgrund av Magnussons studie från 1978 som nämns i detta stycke samt att jämngrövt timmer från norr generellt är äldre och har smalare årsringar jämfört med motsvarande timmerdimensioner från sydligare breddgrader, kan det vara rimligt att även anta att senvuxet virke drabbas av grundare dubbskador jämfört med frodvuxet timmer. Timrets årsringsbredd kan utifrån detta resonemang också vara en möjlig variabel att undersöka som indikator för oacceptabla dubbskadedjup.

Jonasson (2002) har beskrivit att trycket mellan vissa skördaraggregats matarhjul och trädstammarna är inställbart och variabelt under kvistningsmomentet samt i skördaraggregatens stillastående läge. Litteraturen tar även upp att matarhjulens acceleration och inbromsningsrörelser kan påverka dubbskadedjupen (Hallonborg & Granlund 2002; Hallonborg et al. 2003). Detta kan vara några av flera möjliga förklaringar till de svaga sambanden mellan dubbskadedjup och stockdiameter samt dubbskadedjup och barktjocklek. Andra exempel på studerade faktorer som kan påverka dubbskadedjupen är förekomst av grövre grenar och utseende på olika typer av dubbar (Jonsson 2005).

När dubbskadedjup studeras bör man skilja på kvistningsmotstånd och matningsmotstånd, eftersom vissa studier har genomförts på förkvistat virke (exempelvis Hallonborg et al. 2003), vilket medför att det då varit matningsmotståndet och inte kvistningsmotståndet som studerats vid sidan om de olika matarhjulens påverkan på dubbskadedjupen. I andra undersökningar av dubbskadedjup har olika kvistningsmetoder förekommit, vilket medfört att kvistningsmotstånden i dessa studier då kan ha påverkat dubbskadedjupen vid sidan om val av matarhjul mm (Jakobsson 1976; Jonsson 2005). Vid maskinell upparbetning av timret uppstår både kvistnings- och matningsmotstånd samtidigt vilket maskinföraren troligen kan motverka de förmodat negativa effekterna av genom att följa stammen med skördaraggregatet under kvistningsarbetet.

4.3 Analys av kartlagda dubbskadedjup under detta examensarbete

Det viktigaste resultatet från den praktiska kartläggningen som genomförts i detta arbete gällande barkförekomst och dubbskadedjup är att förekomsten av de klassade dubbskadedjupen är signifikant skilda åt på 99,9 procents nivå mellan de olika dubbskaderaderna. De djupaste dubbskadorna har oftast förekommit längs de mittersta dubbskaderaderna (under bark) i det område där matarhjulens anliggningsyta mot virket varit som tätast medan trädstammarna kvistats och matats genom skördaraggregaten. Resultaten från kartläggningen i detta arbete tyder också på att de djupaste dubbskadorna från både matarvalsar och brösthjul oftast uppstått längs den nedersta delen av VMRs rekommenderade (1 m långa) observationsområde, cirka 80 – 90 cm nedanför timmerstockarnas toppändar. Detta är dock inte statistiskt säkerställt, se tabell nr 7, 8, 11 och 12 i bilagor. Detta innebär att de djupaste dubbskadorna kan ha uppstått längre ned på timret än vad exempelvis Trätekt tidigare antagit. Nuutinen et al. (2010) kan däremot ha tillgång till användbara mätdata för att jämföra dubbskadedjupen inom ca 30 cm långa avsnitt på stockarnas toppändar, mittparti och rotändar. Dessa mätdata vore intressanta att studera, för att komplettera resultaten från kartläggningen av dubbskadedjup i detta examensarbete med kunskap om att de djupaste dubbskadorna även kan förekomma längs någon annan del av timmerstockarna än den översta metern som studerats i de praktiska kartläggningarna till denna examensrapport.

Observera att de mittersta dubbskaderaderna generellt både tappat mest bark och drabbats av flest djupa dubbskador, men oacceptabelt djupa dubbskador har också påträffats där barken fortfarande suttit kvar på timmerstockarna efter att de avverkats.

Vid en genomgång av statistik från VMF-Qbera observerades att stamblock som är ett nästan helt kvistfritt timmer inte bedömts som dubbskadat i lika stor omfattning som kvistigare sortiment (Jonsson 2005). Mätningar i en tidigare dubbskadestudie har uppvisat djupare dubbskador där skördaraggregatens matningsmotstånd ökats med hjälp av manipulerade matningsmotstånd (Hallonborg et al. 2003). Notera att de djupaste dubbskadorna i kartläggningen som genomförts i detta examensarbete oftast påträffats inom observationsområdets nedersta halvmeter trots att fler dubbskador studerats inom observationsområdets översta halvmeter närmast toppänden på timmerstockarna. En möjlig förklaring till detta resultat kan vara en generellt större förekomst av grövre grenvarv längre ned inom observationsområdet, vilket även i denna studie kan gett upphov till kraftigare motstånd, som i sin tur orsakat djupast dubbskador där matarhjulen passerat när skördaraggregaten mött störst kvistningsmotstånd inom det studerade observationsområdet. En annan möjlig förklaring kan vara att matarhjulen slår om från en accelererande rörelse och påbörjar inbromsning av skördaraggregaten inför ett stillastående läge ungefär en meter innan kapsnittet på de upparbetade timmerstockarna, vilket är ungefär inom samma del av observationsområdet som de djupaste dubbskadorna oftast påträffades i detta kartläggningsarbete. Djupare matningsskador i samband med både kvistningsmomentets start och stopp har också iakttagits av Hallonborg & Granlund (2002). Om det verkligen är så att matarhjulets start och inbromsningsrörelser bidrar till djupare dubbskador jämfört med längs övriga delar på timret behöver dock fastställas med hjälp av nya studier.

I denna studies absoluta slutskede, när antalet olika dubbskadeklasser före och efter en slirskada som påträffats under projektets kartläggningsarbete skulle kontrolleras, observerades ytterligare en företeelse som borde vara möjlig att testa med statistiska metoder baserat på det kartlagda grundmaterialet till detta arbete. Precis som den observerade slirskadan egentligen bestod av en grupp sammanhängande dubbskador (se figur 1 i bilagorna), tycks de djupaste dubbskadorna ofta förekomma tillsammans med flera lika djupa eller något grundare dubbskadeklasser i sammanhängande områden. Dessa områden förekom i varierande storlek och kunde vara utbredda både i stockarnas längsled och fördelade på två eller flera dubbskaderader i bredd. Detta kan tolkas som att ett flertal dubbar samtidigt tryckts djupare ned i timmerstockarnas ytved vid tillfälliga tryckökningar mellan matarhjulen och trädstammarna under kvistningsarbetet. Både matarvalsarnas och kvistknivarnas varierande tryck mot trädstammarna under upparbetningen av timret har beskrivits av Hallonborg & Granlund (2002). Dessutom visade det sig att de djupaste dubbskadorna på vissa timmerstockar förekommit på eller i närheten av så anmärkningsvärt stora kvistkuddar att dessa noterats i fältanteckningarna under den praktiska delen av examensarbetet.

4.4 Slirskador och kvistningshinder

I en tidigare publicerad undersökning av dubbskadedjup i samband med framtvingade slirskador observerades generellt djupare dubbskador före jämfört med efter slirskadorna som orsakats av vissa typer av matarvalsar (Hallonborg et al. 2003). En liknande iakttagelse, dock baserad på antalet djupare dubbskadeklasser som observerats före och efter den slirskada som påträffats i detta examensarbete tyder också på att de djupaste dubbskadorna oftast förekommer i området precis före jämfört med efter slirskadorna, se bilagor figur 1.

Den slirskada som påträffades på en timmerstock under detta kartläggningsarbete och som nämnts i stycket ovan orsakade störande avvikelser, främst vid sammanställningen av dubbskadeklasser men också i mindre omfattning gällande barkförekomst. Detta är anledningen till att dubbskadedjupen i dessa slirskador inte medtagits i grunddatat, varken till figurer eller statistiska tester i denna rapport. Däremot har all information med den bortskavda barken över den nämnda slirskadan ingått i alla bearbetningar av arbetsmaterialet och i slutresultaten.

Det är mot bakgrund av en dokumenterad slirskadestudie och jämförelser av dubbskadedjup på kvistfritt och kvistigt virke i litteraturen (Hallonborg et al. 2003; Jonsson 2005) plus observationerna av dubbskadedjupen före jämfört med efter slirskador och kvistkuddar under detta examensarbete slutsatsen dragits att både kvistningshinder och matningshinder kan orsaka djupare dubbskador på timret. Stämmer denna slutsats bör det även vara möjligt att undersöka om den grövsta grenen eller grenvarven eventuellt kan vara användbara indikatorer för att identifiera det område på enskilda timmerstockar som drabbats av djupast dubbskador.

4.5 Osäkerhetsfaktorer

Det stora antalet mätobservationer som insamlats i detta arbete har överförts manuellt både från fältblanketter till Excel-tabeller och från Excel till statistikprogrammet Minitab, vilket inneburit en risk för överföringsfel som skulle kunna ha stört resultaten i projektet. Dessutom medför den stora mängden räkneoperationer som genomförts i Excel vissa risker för störningar i resultaten. Därför har en del risker för felberäkningar i Excel förebyggts med hjälp av upprättade kontrollfunktioner i programmet.

En osäkerhetsfaktor gällande de kartlagda dubbskadedjupen i denna studie är att den stiftbaserade klassningsmetoden som använts under arbetet inte kompletterats med någon systematisk uppföljning med hjälp av den förmodat säkrare yx-metoden. I litteraturstudien finns dock en referens från Norsk virkesmåling som uppger att ett stiftklassningsverktyg med samma stift diameter och form på stiftspetsen som använts i detta projekt resulterat i korrekt klassindelade skadedjup vid mer än 95 procent av dubbskadorna i deras studie (Anon 2008b).

På grund av urvalsförfarandet under det praktiska arbetet (se kap. 2.3) innehåller det insamlade grundmaterialet ett större antal observationer av både barkförekomst och dubbskadeklasser från de två översta decimetrarna jämfört med inom resten av observationsområdets övriga 1 dm långa avståndsintervaller på timmerstockarna. Nämnda skillnader i antal observationer har påverkat förutsättningarna för de statistiska testerna och försvårat tolkningen av resultaten. Mot bakgrund av urvalsförfarandet är resultatet från denna del av studien dock överraskande och kan enklast liknas vid omvänd logik, eftersom de djupaste dubbskadorna oftast påträffades längs observationsområdets nedre del där färre observationer genomförts inom varje avståndsintervall jämfört med längs de två översta intervallen, se figurerna 20 till 23.

Den statistiska metoden (ChiSquare-testerna) som använts för att testa hypoteserna i detta arbete visar endast att antalet dubbskadeklasser inte är desamma längs alla dubbskaderaderna på timret, vilket i och för sig varit tillräckligt för att med hjälp av ChiSquare-testernas resultattabeller uttolla inom vilka dubbskaderader det är viktigast att kontrollera dubbskadedjupen. Resultaten av kartläggningen och ChiSquare-testerna säger däremot inget om vilken av dubbskadorna som klassats djupare än 7 mm som i verkligheten också är den djupaste dubbskadan. Resultaten anger främst längs vilka dubbskaderader det är mest sannolikt att observera oacceptabelt djupa dubbskador (djupare än 6 millimeter

klassbottenmätt), längs ett en meter långt observationsområde närmast timmerstockarnas toppändar.

5 Slutsatser

- Klassning av dubbskadedjup är mest rationellt vid kontroll av acceptabla eller oacceptabla dubbskadedjup medan mätning av dubbskadedjup är att föredra vid jämförelser av olika matarhjul samt vid utvärdering av matarhjulets och kvistknivarnas inställbara klämtryck mot timret.
- Kvarsittande bark som är tunnare än 5 mm över dubbskadorna är ingen garanti mot oacceptabla dubbskadedjup över 6,99 mm på ofruset timmer.
- Trots svag förklaringsgrad mellan barktjocklek och dubbskadedjup ($r^2 = 0,1519$) är tunnast bark för närvarande det starkaste urvalskriteriet vid kontroll av dubbskadedjup på partinivå.
- Det finns väldokumenterade observationer som tyder på att kvistigt och svårupparbetat timmer drabbas av djupare dubbskador jämfört med mindre kvistigt och lättare upparbetade timmerstockar.
- Dubbskadornas medeldjup framstår både i Träteks rapporter och detta examensarbete vara generellt djupast längs de mittersta dubbskaderaderna och avtagande med ökat avstånd från de mittersta valsavtrycken (under bark) oavsett trädslag och stocktyp.
- I de fall som två eller flera former av dubbskador förekommer från samma matarhjul måste den som mäter eller kontrollerar dubbskadedjupen först fastställa vilken av dessa dubbskadetyper som är djupast och därefter lokalisera ett område på stocken där den djupaste dubbskadan troligen är belägen.
- Dubbskadedjupen bör kontrolleras lika ofta längs den nedre hälften (50 till 100 cm) som på den övre delen (0 till 50 cm) av det en meter långa observationsområdet närmast timmerstockarnas toppändar som VMR rekommenderar.
- Ett alternativ till slumpmässiga kontroller av dubbskadedjup längs de mittersta dubbskaderaderna inom det rekommenderade observationsområdet kan vara att inom samma observationsområde kontrollera dubbskadedjupen där matarhjulen passerat medan skördaraggregaten stött på kraftigast kvistningsmotstånd då trädstammarna upparbetats till timmerstockar.
- Det kan vara värt att undersöka om timrets årsringsbredd kan användas som ett av flera urvalskriterium för att identifiera enskilda timmerstockar med större sannolikhet för djupare dubbskador i en timmertrave.
- Det kan vara värdefullt att undersöka dubbskadedjupen på alla timmerstockar från samma träd samt undersöka om dubbskadorna är olika djupa längs varje timmerstock där skördaraggregaten accelererat, bromsat och varit stillastående när trädstammarna upparbetats till timmer.
- Virkesmätningsföreningarna bör kontrollera dubbskadedjupen på slirskadade stockar i området närmast slirskadorna mot rotänden och behandla slirskadornas djup separat.
- Slirskador utgör ett specialfall som kan orsaka störningar vid kartläggning av dubbskadedjup på timmer. Undersökningar kan därför underlätta genom att slirskadade stockar studeras separat vid FOU-projekt gällande dubbskadedjup som i detta arbete.

6 Förslag

Vid stickprovsvisa kontroller av dubbskadedjup på enstaka timmerstockar, vars resultat skall representera de djupaste dubbskadorna för ett virkesparti, bör kvistigare stockar med grövre grenar och tunnast bark prioriteras före mindre kvistigt timmer och med grövre bark. Därefter bör kontroll av dubbskadedjup för enkelhetens skull främst inriktas på de mittersta dubbskaderaderna samt där matarhjulen kan antas ha passerat då skördaraggregaten stött på tyngst kvistningsmotstånd inom det bestämda observationsområdet på timmerstockarna. Förekommer två eller flera typer av dubbskador längs någon av dubbskaderaderna, måste den som utför kontrollerna av dubbskadedjupen först fastställa vilken form av dessa dubbskador som utgör den djupaste typen på den studerade timmerstocken innan slutgiltig registrering av avverkningsskadeklass registreras.

Kontroll av dubbskadedjup bör genomföras i området närmast slirskadorna (mot rotänden) när slirskadan föranleder diameternedsättning och i slirskadan när denna inte medför diameternedsättning, exempelvis vid förekomst av ruggade och avslitna flisor längs virkesytan.

VMR eller virkesmätningsföreningarna kan överväga att upprätta väl genomtänkta rutiner för kontroll och mätning av dubbskadedjup, på sådant sätt att analyser av insamlat mätdata på sikt ökar kunskaperna om 1); skillnaden mellan dubbskadedjup som mätts med rationella stiftbaserade mätverktyg och det noggrannare värdet som erhålls med yx-metoden, vilket betraktas som facit för de verkliga skadedjupen 2); på vilken eller vilka stocktyper de djupaste dubbskadorna oftast påträffas 3); var på stockarna de djupaste dubbskadorna oftast observeras samt 4); när det är möjligt, uppge synliga orsaker och indikatorer på varför de djupaste dubbskadorna uppstått på de studerade stockarna.

Kontroll av dubbskadedjup skulle troligen kunna underlättas om de faktorer som bäst indikerar förekomsten av de djupaste dubbskadorna på timret kunde rangordnas. För att upprätta en sådan rangordning av indikatorer bör de studerade variablerna sammanställas med statistiskt jämförbara mått, istället för att som nu i vissa undersökningar anges som förklaringsgrad och vid andra tillfällen med konfidensintervall eller signifikansnivå plus flera typer av förekommande statistiska mått.

Eftersom timmerstockarna är kvistade efter att dubbskadorna uppstått föreslås grenarnas påverkan på dubbskadedjupen kunna studeras på timmerstockar med eller utan kvistkuddar samt med eller utan kviststumpar. Om ännu noggrannare studier önskas gällande dessa faktorer kan både kvistkuddarnas och kviststumparnas diameter samt höjd noteras utöver mätta dubbskadedjup, men då får man också räkna med markant ökad tidsåtgång för undersökningen.

Någon form av rutin för klassning eller mätning av dubbskadedjup i samband med apteringskontroller under avverkningsarbeten skulle kunna upprättas för att uppmuntra till noggranna inställningar av skördaraggregatens funktioner.

7 Referenser

- Anon. (1978) Ny kvistare-kapare ger mindre virkesskador. I: (Skogsarbeten) *Virkesbehandling – virkesvärde, Skogsarbeten Redogörelse* 3, 21. Stockholm
- Anon. (2000) Kompendium i virkesmätning del VI mätning av specialsortiment (2000) VMR.
- Anon (2006) *Teoretisk ekonomisk effekt på trelastproduktjonen av hogstmaskinens piggvaleskader på skurtömmar* [Elektronisk]. Lysaker: Norsk Virkesmåling (Prosjektrapporter) Tillgänglig: http://www.tommermaling.no/rap_prosj/Piggvaleskader%20Hovedrapport.doc (2013-03-06).
- Anon (2008) Mätinstruktion för sågtimmer av tall och gran, Rekommenderad av Rådet för virkesmätning och redovisning, VMR 1-07 Andra upplagan, april 2008.
- Anon (2008) *Rapport – metode for måling av valeskader* [Elektronisk]. Lysaker: Norsk Virkesmåling (Prosjektrapporter) Tillgänglig: http://www.tommermaling.no/rap_prosj/Rapport%20målemetode%20valeskader.pdf (2013-03-06).
- Anon. (2010) Kompendium i virkesmätning del IV mätning av barrsågtimmer (2010) VMR.
- Anon. (2011) *M-info 2011-04 aug 3.doc* [Elektronisk]. Norsk Virkesmåling (Medlemsinfo) Tillgänglig: <http://www.tommermaling.no/medlemsinfo/2006/M-info%202011-04%20aug%203.doc> (2013-03-06).
- Brunberg, T. v Hofsten, H. & Jonsson, M. (2006). *Kartläggning och värdering av dubbskador*. Uppsala: Skogforsk (Resultat nr 18; 2006)
- Dahl, D. (2006). *Produktionsskillnader och virkesskador med olika typer av matarvalsar*. Sveriges lantbruksuniversitet / Skogsmästarskolan. Skogshushållning, Avd f skogsteknologi/Skogsingenjörsprogrammet (Studentuppsatser nr 88 - 2006)
- Granlund, P. & Hallonborg, U. (2001). *Dagens skördare hanterar virket skonsamt*. Uppsala: Skogforsk (Resultat nr 8; 2001).
- Grönlund, A. (1975) *Blånadsskador på maskinellt kvistat virke, sommarhalvåret 1974*. Stockholm: STFI. (Meddelande serie B nr 311).
- Grönlund, A. (1975) *Provsågning av dubbskadat virke*. Stockholm: STFI. (Meddelande serie B nr 314).
- Grönlund, A & Wiklund, M. (1973) *Mekaniska skador på sågtimmer orsakade av matarrullar på kvistare – kapare*. Stockholm: STFI. (Meddelande serie B nr 179)
- Grönlund, A & Wiklund, M. (1974) *Blånadsskador på maskinellt kvistat virke*. Stockholm: STFI. (Meddelande serie B Nr 234).
- Gäfvert, M., Memic, A. & Wilhelmsson, U. (2008). *Matarhjulens dubbinträngning i timmer*. Växjö universitet. Institutionen för teknik och design/ Högskoleingenjörsprogrammet i maskinteknik (Examensarbete nr TD 058/2008).
- Hallonborg & Granlund, P. (2002). *Virkesbehandling med engreppsskördare*. Uppsala: Skogforsk. (Redogörelse nr 3). ISSN 1103-4580.
- Hallonborg, U., Granlund, P. & Nordén, B. (2003). *Dragkraft och virkesskador med fyra typer av matarvalsar*. Uppsala: Skogforsk (Arbetsrapport nr 555)
- Hallonborg, U., Granlund, P. & Nordén, B. (2004). *Skördarnas matningssystem behöver utvecklas*. Uppsala: Skogforsk (Resultat nr 2; 2004)
- Hasselborg, R. (2006) *Dubbskador på virke*. Skinskatteberg: Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsmästarskolan/Skogsingenjörprogrammet (Examensarbete 2006:02).
- Helgesson, T. (1978) *Tekniska orsaker till dubbskador*. Redogörelse nr 3, 26-28.
- Helgesson, T (1992) *Virkesskador från tre skördaraggregat*. Stockholm: Trätec (Rapport nr P 9201009).
- Helgesson, T & Hägglund, B. (1987) *Datorsimulering av förluster i värdeutbyte på grund av mekaniska skador på sågtimmer*. Stockholm: Trätec (Rapport nr I 8708049).

- Helgesson, T & Leithe-Eriksen, R. (1987) *Virkeshantering – teknik och skador. Studie av traktorburna upparbetningsmaskiner*. Stockholm: Träteknik. (Rapport nr I 8703021).
- Helgesson, T & Lycken, A. (1988). *Blånadsskador på virke upparbetat med skördare med slirskyddsförsedda matarhjul av gummi*. Stockholm: Träteknik (Rapport I; 8801001). ISSN 0283-4634.
- Ilstedt, B. (1977) *Skador på timmer och sågutbyte av koniskt spetsiga respektive ellipsformade matardubbar vid maskinell kvistning*. Stockholm: Svenska Träforskningsinstitutet. (STFI-Meddelande) serie A Nr 434.
- Jakobsson, S-G. (1976) *Dubbhålmätning efter ny typ av matarrulle*. Stockholm: STFI. (Meddelande serie A Nr 367).
- Jakobsson, S-G. (1976) *Blånadsskador på maskinellt kvistat timmer – En utredning om inverkan av faktorer*. Stockholm: STFI. (Meddelande serie A Nr 390).
- Jonasson, F. (2002) *Virkesskador efter ny typ av matarhjul i engreppsskördaraggregat*. Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsteknologi/Jägmästarprogrammet (Studentrapporter nr 55 – 2002).
- Jonsson, M. (2005) *Kartläggning av dubbskador*. Uppsala: Skogforsk. (Arbetsrapport nr 602).
- Leithe-Eriksen, R. (1986) *Virkesskador orsakade av barkmaskiner*. Stockholm: TräteknikCentrum. (Rapport I 8610059).
- Magnusson, B. (1977) *Vedförluster hos massaved upparbetad med nya dubbtyper*. Stockholm: Svenska Träforskningsinstitutet. (STFI-meddelande) serie A nr 482.
- Magnusson, B. (1978) *Virkesskadestudier efter kvistare-kapare med olika typer av matarvalsar*. Stockholm: STFI (Meddelande serie A Nr 490).
- Magnusson, B. (1978) *Studier av virkesskador efter kvistare-kapare med olika typer av matarvalsar*. Redogörelse nr 3, 18-20.
- Nuutinen, Y et. al (2010) Operational Efficiency and damage to sawlogs by feed rollers of the harvester head. *Silva Fennica* 44(1), 121-139.
- Nylinder, M. Duchesne, I. & Yngvesson, M. (1995). *Mätning av bindningsstyrka mellan bark och ved – metoder för att uppskatta barkbarhet hos massaved*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet. (Institutionen för virkeslära). SLU-VKL-R-247 —SE. ISSN 0348-4599.
- Sveningsson, L. (2011). *Dubbskador på Alvestakubb*. Sveriges lantbruksuniversitet. Skogsmästarprogrammet/Skogsmästarprogrammet (Examensarbete 2011:18).
- Sondell, J. (1978). Virkesbehandling med kvistare-kapare. I: *Virkesbehandling – Virkesvärde*. 9-17. Stockholm: Skogsarbeten.
- Uusijärvi, R. (1977). *Dubbtypsundersökning med avseende på matningkrafter och skador*. Stockholm: STFI. (Meddelande serie A Nr 433).
- Wahlin, K. (2011) Kapitel 10. Samband mellan kvantitativa variabler, I: Karl Wahlin och Bonnier Utbildning AB, *Tillämpad statistik – en grundkurs*. 250-284. Stockholm: Bonnier Utbildning AB. ISBN 978-91-523-0718-2.
- Wiklund, M & Grönlund, A. (1973) *Mekaniska skador på sågtimmer orsakade av matarrullar på kvistare-kapare*. Stockholm: STFI. (Meddelande serie B Nr 179).
- Wiklund, M & Grönlund, A. (1973) *Teoretisk beräkning av sågutbytessänkning orsakad av dubbskador på timret*. Stockholm: STFI. (Meddelande serie B Nr 180).

Muntliga referenser

Jonsson, Stig. 2007. Kontrollchef på VMF Nord.

Weslien, Hans. 2007. Utveckling och kvalitetsansvarig på VMF Nord.

Bilagor

Avståndsintervall från toppänden och nummer på observerad dubbskada inom detta intervall.

5:1			7		
5:2			5		
5:3			5		
10:1	9	13	20	11	12
10:2	9	13	20	11	12
10:3	9	13	20	11	12
15:1	9	13	20	11	12
15:2	9	13	20	11	12
15:3	9	13	20	11	12
20:1	9	13	20	11	12
20:2	9	13	20	11	12
20:3	9	13	20	11	12
30:1		5	9	5	5
30:2		5		7	
30:3					
40:1		5	9	5	
40:2			7		
40:3					
50:1		5	7	5	5
50:2		7	9		
50:3					
60:1	5	5	7	7	
60:2	5		9		
60:3					
70:1	5	5	5	5	5
70:2	5	5	5		
70:3					
80:1		5	5	5	
80:2		7		5	
80:3					
90:1		7	5		
90:2			5		
90:3					
100:1		5	7		
100:2		9			
100:3					

Sträckat område består av en slirskada

Ofärgade celler visar klassade dubbskadedjup där barken lossnat innan genomförd dubbskadestudie

Färgade celler visar klassade dubbskadedjup efter att kvarsittande bark avlägsnats

Sneda sträck markerar kvistkudde

Figur 1. Exempel på insamlad information efter avtryck från ett av matarhjulen på en studerad timmerstock.

Tabell 1. Sammanställning av mätmetoder och mätverktyg för mätning och kontroll av dubbskadedjup på timmer.

Mätmetod	Mätverktyg	Skadedjup	Mätfel	Övrig information
Yx-metoden	Skjutmått Specialverktyg	Flexibel mätning av en eller flera zoner	Hög mätnoggrannhet och rekommenderas av VMR som facit.	Även millimetergraderad linjal och tumstock har använts. Förstörande mätmetod.
Stiff-klassning	Stift med fasta längder	Endast hål	Korrekt skadedjup vid ca. 96,5 % av mätningarna. och små mätfel vid felaktiga mätresultat.	1 mm stiftdiameter och platt spets.
Stift-mätning	Sticka på skjutmått	Endast hål	Risk för underskattningar och överskattningar.	Variation av stiftdiametrar och spetsformer. Personberoende mätresultat
	Graderat stift	Endast hål	Ej känd	1 mm stiftdiameter och platt spets.
	Mätidon	Endast hål	Underskattade alla skadedjup med ca. 1 mm.	2 mm stiftdiameter och sfärisk stiftspets. Personberoende mätresultat

Källor: Wiklund & Grönlund 1973a; Ilstedt 1977; Magnusson 1978; Nuutinen 2010; Anon 2000; Anon 2008; Anon 2010 (VMR)

2 Results for: Barkobservationer efter höger och vänster matarvalsar tillsammans

Chi-Square Test: 6; 5; 4; 3; 2; 1

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

Rad.nr	6	5	4	3	2	1	
Med Bark	36	837	615	657	866	36	3047
	50,86	846,13	605,70	647,31	846,13	50,86	
	4,342	0,099	0,143	0,145	0,467	4,342	
Utan Bark	63	810	564	603	781	63	2884
	48,14	800,87	573,30	612,69	800,87	48,14	
	4,587	0,104	0,151	0,153	0,493	4,587	
Total	99	1647	1179	1260	1647	99	5931

Chi-Sq = 19,612; DF = 5; P-Value = 0,001

3 Results for: Barkobservationer efter brösthjulen

Chi-Square Test: V3; V2; V1; H1; H2; H3

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

Rad.nr	V3	V2	V1	H1	H2	H3	Total	
Utan Bark	1	15	159	193	89	130	12	598
	34,50	149,50	172,50	57,50	149,50	34,50		
	11,022	0,604	2,436	17,257	2,543	14,674		
Med Bark	2	93	309	347	91	338	96	1274
	73,50	318,50	367,50	122,50	318,50	73,50		
	5,173	0,283	1,144	8,100	1,194	6,888		
Total	108	468	540	180	468	108	1872	

Chi-Sq = 71,318; DF = 5; P-Value = 0,000

4 Results for: Dubbskadeklasser efter höger och vänster valsar (mm)

Chi-Square Test: 6+5; 4+3; 2+1

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

Rad.nr	6+5	4+3	2+1	Total
>7	22	65	19	106
	31,19	43,61	31,19	
	2,710	10,490	4,767	
5-7	52	218	85	355
	104,47	146,06	104,47	
	26,354	35,437	3,629	
0,5-5	589	990	673	2252
	662,73	926,53	662,73	
	8,203	4,347	0,159	
0-0,5	1083	1168	969	3220
	947,60	1324,80	947,60	
	19,346	18,558	0,483	
Total	1746	2441	1746	5933

Chi-Sq = 134,484; DF = 6; P-Value = 0,000

5 Results for: Dubbskadeklasser efter brösthjulen (mm)

Chi-Square Test: V3+V2; V1+H1; H2+H3

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

	V3+V2	V1+H1	H2+H3	Total
5-7	3	29	3	35
	10,77	13,46	10,77	
	5,605	17,936	5,605	
0,5-5	208	301	226	735
	226,15	282,69	226,15	
	1,457	1,186	0,000	
0-0,5	365	390	347	1102
	339,08	423,85	339,08	
	1,982	2,703	0,185	
Total	576	720	576	1872

Chi-Sq = 36,658; DF = 4; P-Value = 0,000

6 Results for: Andel kvarsittande bark efter höger och vänster matarvalsar (inkl. slirskador)

Chi-Square Test: 5; 10; 15; 20

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

	5	10	15	20	Total
Utan Bark	370	347	312	293	1322
	330,50	330,50	330,50	330,50	
	4,721	0,824	1,036	4,255	
Med Bark	128	151	186	205	670
	167,50	167,50	167,50	167,50	
	9,315	1,625	2,043	8,396	
Total	498	498	498	498	1992

Chi-Sq = 32,214; DF = 3; P-Value = 0,000

7 Chi-Square Test: 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

	30	40	50	60	70	80	90	100	Total
Utan Bark	262	228	242	236	185	190	196	231	1770
	221,25	221,25	221,25	221,25	221,25	221,25	221,25	221,25	
	7,505	0,206	1,946	0,983	5,939	4,414	2,882	0,430	
Med Bark	236	270	256	262	313	308	302	267	2214
	276,75	276,75	276,75	276,75	276,75	276,75	276,75	276,75	
	6,000	0,165	1,556	0,786	4,748	3,529	2,304	0,343	
Total	498	498	498	498	498	498	498	498	3984

Chi-Sq = 43,736; DF = 7; P-Value = 0,000

8 Results for: Andel dubbskadeklasser efter höger och vänster matarvalsar (Exkl. slirskador)

Chi-Square Test: 5 – 20 cm

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

Avstånd	5	10	15	20	Total
>7	3	4	7	8	22
	5,60	5,46	5,46	5,48	
	1,204	0,391	0,434	1,155	
5-7	18	19	18	20	75
	19,08	18,62	18,62	18,69	
	0,061	0,008	0,020	0,091	
0,5-5	114	127	112	132	485
	123,36	120,38	120,38	120,88	
	0,710	0,364	0,584	1,023	
0-0,5	363	336	349	328	1376
	349,97	341,54	341,54	342,95	
	0,485	0,090	0,163	0,651	
Total	498	486	486	488	1958

Chi-Sq = 7,434; DF = 9; P-Value = 0,592

9 Chi-Square Test: 30 – 80 cm

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

	30	40	50	60	70	80	90	100	Total
>7	5	12	8	11	12	17	15	13	93
	11,63	11,63	11,63	11,63	11,63	11,63	11,58	11,63	
	3,780	0,012	1,133	0,034	0,012	2,479	1,007	0,161	
5-7	45	34	40	31	37	34	30	27	278
	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,63	34,77	
	3,012	0,017	0,788	0,408	0,143	0,017	0,618	1,735	
0,5-5	215	222	216	219	219	227	224	225	1767
	220,99	220,99	220,99	220,99	220,99	220,99	220,10	220,99	
	0,162	0,005	0,112	0,018	0,018	0,164	0,069	0,073	
0-0,5	233	230	234	237	230	220	227	233	1844
	230,62	230,62	230,62	230,62	230,62	230,62	229,69	230,62	
	0,025	0,002	0,050	0,177	0,002	0,489	0,031	0,025	
Total	498	498	498	498	498	498	496	498	3982

Chi-Sq = 16,777; DF = 21; P-Value = 0,725

10 Results for: Andel kvarsittande bark efter brösthjulen

Chi-Square Test: 5; 10; 15; 20

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

	5	10	15	20	Total
Utan Bark	84	79	71	60	294
	73,50	73,50	73,50	73,50	
	1,500	0,412	0,085	2,480	

Med Bark	72	77	85	96	330
	82,50	82,50	82,50	82,50	
	1,336	0,367	0,076	2,209	

Total	156	156	156	156	624
-------	-----	-----	-----	-----	-----

Chi-Sq = 8,464; DF = 3; P-Value = 0,037

11 Chi-Square Test: 30; 40; 50; 60; 70; 80; 90; 100

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

	30	40	50	60	70	80	90	100	Total
Utan Bark	49	38	44	38	34	38	32	31	304
	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	
	3,184	0,000	0,947	0,000	0,421	0,000	0,947	1,289	

Med Bark	107	118	112	118	122	118	124	125	944
	118,00	118,00	118,00	118,00	118,00	118,00	118,00	118,00	
	1,025	0,000	0,305	0,000	0,136	0,000	0,305	0,415	

Total	156	156	156	156	156	156	156	156	1248
-------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	------

Chi-Sq = 8,976; DF = 7; P-Value = 0,254

12 Results for: Andel dubbskadeklasser efter brösthjulen

Chi-Square Test: 5+10; 15+20

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

	5+10	15+20	Total
5,0-7,0	6	6	12
	6,01	5,99	
	0,000	0,000	

0,5-5,0	71	69	140
	70,11	69,89	
	0,011	0,011	

0-0,5	235	236	471
	235,88	235,12	
	0,003	0,003	

Total	312	311	623
-------	-----	-----	-----

Chi-Sq = 0,029; DF = 2; P-Value = 0,986

13 Chi-Square Test: 30+40; 50+60; 70+80; 90+100

Expected counts are printed below observed counts

Chi-Square contributions are printed below expected counts

	30+40	50+60	70+80	90+100	Total
5,0-7,0	5	5	5	8	23
	5,76	5,75	5,75	5,75	
	0,101	0,097	0,097	0,885	

0,5-5,0	157	145	167	126	595
	149,11	148,63	148,63	148,63	
	0,418	0,089	2,270	3,446	

0-0,5	151	162	140	178	631
	158,13	157,62	157,62	157,62	
	0,321	0,122	1,970	2,634	

Total	313	312	312	312	1249
-------	-----	-----	-----	-----	------

Chi-Sq = 12,449; DF = 6; P-Value = 0,053

SENASTE UTGIVNA NUMMER

- 2012:17 Författare: Erik Söderbäck
Utvärdering av markberedning och plantering på SCA:s mark i Norrland 1998-2001.
Föryngringsresultat efter 10 år
- 2012:18 Författare: Erik Söderholm
Lämpliga hybridaspkloner för odling i södra och mellersta Norrland
- 2012:19 Författare: Caroline Pöntynen Boström
Röjningsplan för Sveaskog
- 2012:20 Författare: Robyn Hooper
Climate change impacts and forest management adaptation measures in Sweden and British Columbia, Canada: A case study of Swedish forest managers
- 2012:21 Författare: Addisu Almaw Semeneh
Effects of trees and termite nests in agroforestry parklands on preferential water flows: image analysis of soil profiles after rain simulations and dye experiments
- 2012:22 Författare: Torun Bergman
Skogsutnyttjandet vid den medeltida masugnen i Hyttehamn
- 2012:23 Författare: Johan Bäckman
Umebors åsikter rörande grönområden
- 2012:24 Författare: Andreas Engström
Insekter i hårt törskateangripna ungtallbestånd i Norrbotten. Skadeinventering och artbestämning
- 2013:1 Författare: Jenny Nilsson
Biogallring – effektivitet och lönsamhet vid gallring i ung skog
- 2013:2 Författare: Vidar Sjögren
Naturlig föryngring efter markberedning med harv eller Bracke Planter i Småland
- 2013:3 Författare: Hanna Jönsson
Kan vistelse i skogs- eller hantverksmiljö sänka stressade personers stressnivå? En jämförande studie
- 2013:4 Författare: Sven-Erik Zimmer
Effekter av höggallring i flerskiktad skog - beståndsutveckling i ett fältförsök med Naturkultur
- 2013:5 Författare: Javier Segura Angulo
Autumn water sources for understory vegetation and fungi in a boreal forest: An evaluation using stable isotopes
- 2013:6 Författare: Frida Snell
Bevarande av hotade epifytiska lavar och vedsvampar i Norrbottens län. – Rödlistan som verktyg i praktisk naturvård
- 2013:7 Författare: Ebba Okfors
Ekoturism i jordbrukslandskap – ett vinnande koncept? En tvärvetenskaplig studie om kulturvärden och naturvärden på Sjögetorp
- 2013:8 Författare: Anna Hallmén
Hur kan mångfalden gynnas på SCA:s naturvårdsareal? Natur- och kulturvärden i Peltovaara mångfaldspark

Hela förteckningen på utgivna nummer hittar du på www.seksko.slu.se